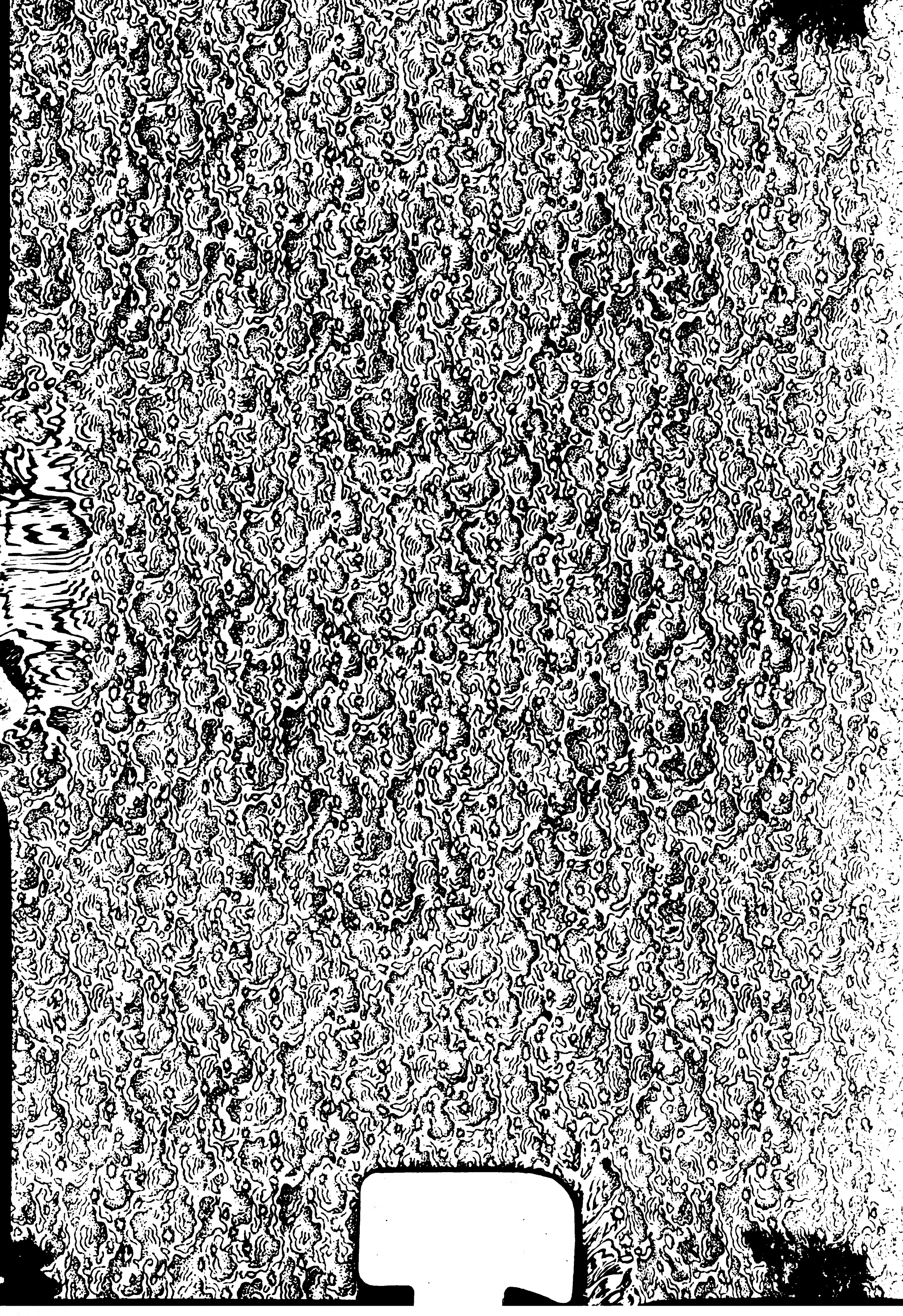
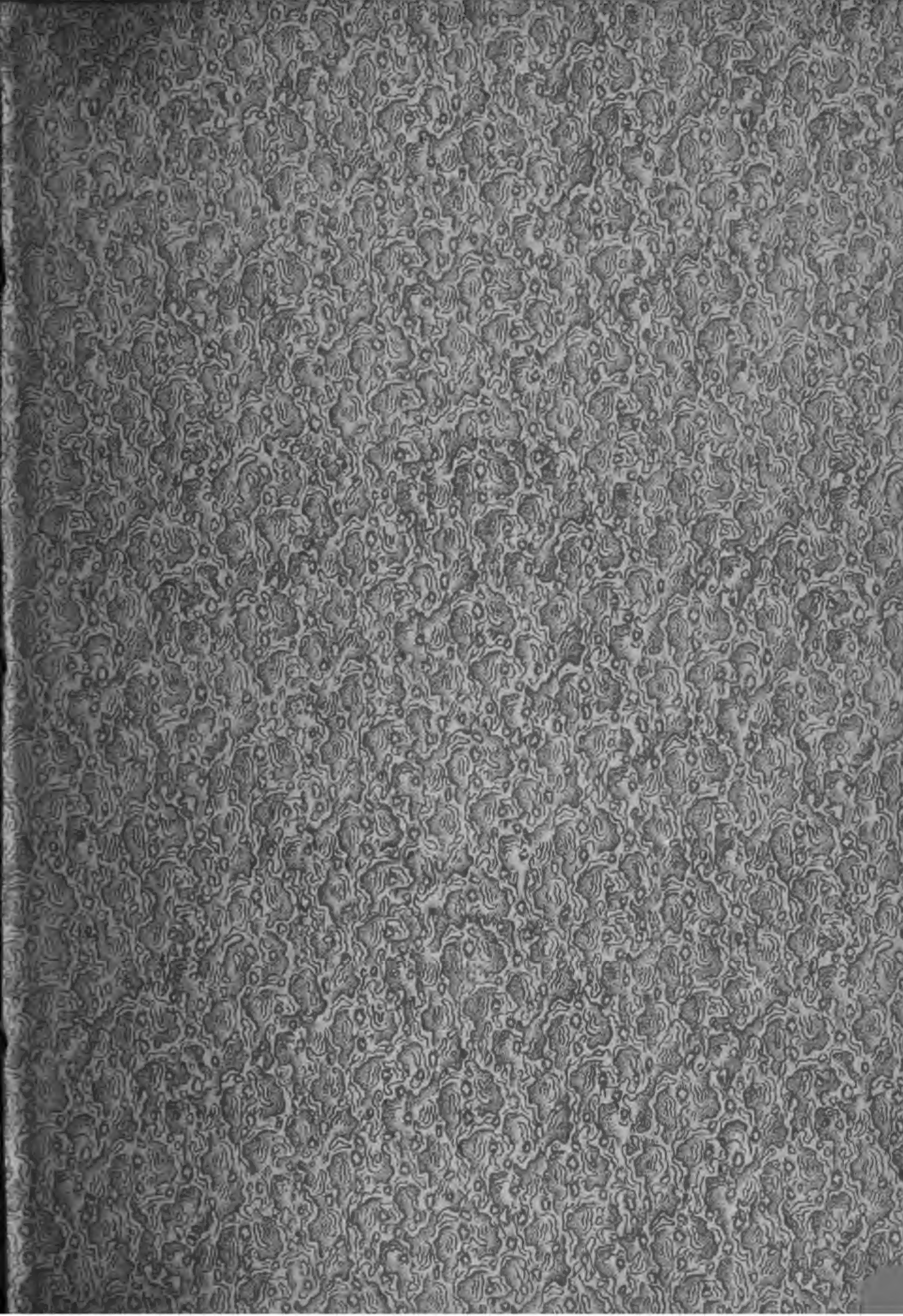








DIE METHODEN

DER

PRAKTISCHEN HYGIENE.

ANLEITUNG ZUR

UNTERSUCHUNG UND BEURTHEILUNG

DER

AUFGABEN DES TÄGLICHEN LEBENS.

FÜR

ÄRZTE, CHEMIKER UND JURISTEN.

VON

DR. K. B. LEHMANN,

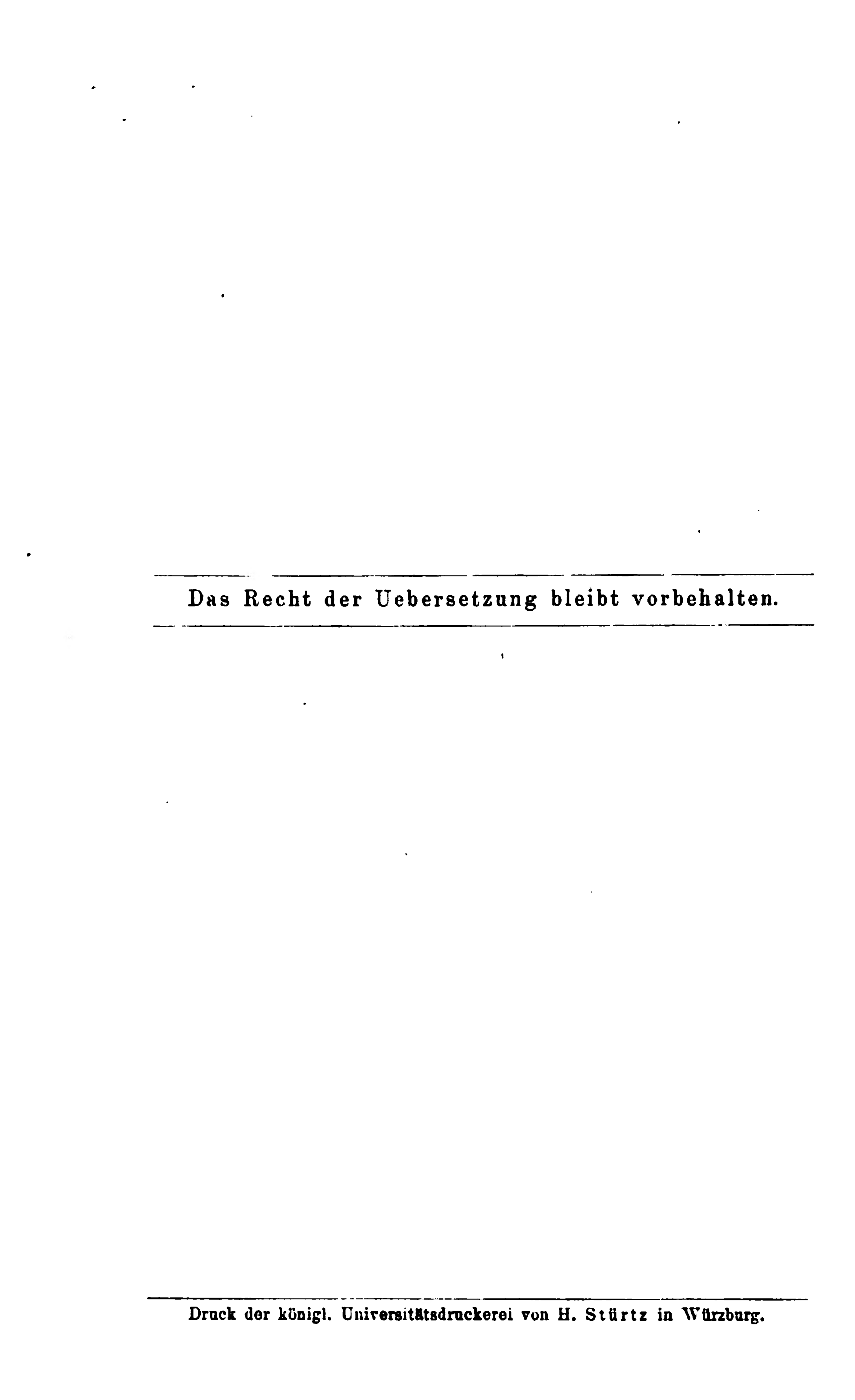
A. O. PROFESSOR DER HYGIENE UND VORSTAND DES HYGIENISCHEN INSTITUTS
AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG.

MIT 126 ABBILDUNGEN.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1890.



Druck der königl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Vorwort.

In dem vorliegenden Buche habe ich mir zwei Aufgaben gestellt:

Erstens wollte ich dem Anfänger auf dem Gebiete der hygienischen Untersuchung eine ausführliche, möglichst verständlich gehaltene aber doch streng wissenschaftliche Anleitung bei seinen Untersuchungen liefern. Es ist dabei vor allem das Bedürfniss des Mediziners sowohl beim hygienischen Praktikum wie später in der Praxis als Amtsarzt in's Auge gefasst; ebenso aber sollten Chemiker, Apotheker, Verwaltungsbeamte und Juristen, sowie die Lehrer der Naturwissenschaften wenigstens bestimmte Theile dieser Anleitungen mit Vortheil verwerthen können. Im Interesse der Verständlichkeit wurden möglichst wenig Vorkenntnisse auf chemisch-naturwissenschaftlichem Gebiete vorausgesetzt.

Bei der Auswahl der Methoden waren folgende Gesichtspunkte maassgebend: Es wurden nur bewährte (möglichst selbst) erprobte Verfahren aufgenommen, die ohne besondere Hilfsmittel und ohne ganz spezielle Fachausbildung ausgeführt werden können. Nur wo zwei gleich gute Methoden nebeneinander wirklich eingebürgert sind, wurden beide angeführt, sonst bloss die üblichere. Schwierigere Methoden, die eigentlich über den Rahmen des Buches hinausgehen, wurden in Kleindruck beigefügt, wenn es im Interesse des Lesers geboten schien, meist aber nur in ihren Grundzügen mitgetheilt und auf Spezialwerke verwiesen. Ebenso wurde vermieden, grosse Apparate, die zu richtigem Gebrauche der denselben gedruckt beigegebenen Anleitungen bedürfen, in allen Einzelheiten zu beschreiben.

Zweitens versuchte ich das für die hygienische Beurtheilung der Untersuchungsobjekte zu Gebote stehende Material kritisch zu verarbeiten. Wo mir dasselbe zu einem abschliessenden Urtheil nicht auszureichen schien, habe ich dies offen bekannt, selbst wenn es sich um Fragen handelte, in denen der Laie gewöhnt ist, eine sichere Meinung abzugeben. Es schien erspriesslicher, auf Unsicherheiten in unserem Wissen hinzuweisen und dadurch vielleicht zu ihrer Beseitigung beizutragen, als vielgehörten Meinungen ohne Beweis beizupflichten.

Es wurde bei jeder Beurtheilung eines Befundes scharf daran festgehalten, dass den Arzt und Hygieniker vor allem interessirt, ob der fragliche Gegenstand geeignet sei, die Gesundheit (direkt oder indirekt) zu schädigen oder nicht. Erst in zweiter Linie wird den Arzt die Frage beschäftigen, ob ein Fabrikant, Produzent oder Händler durch unerlaubte Manipulationen (z. B. Verwendung minderwerthiger Surrogate) eine strafbare Handlung begangen habe. Den Entscheid hierüber müssen wir den Richtern resp. den für die Gerichte arbeitenden technischen Sachverständigen überlassen, aber in der wichtigen Frage der Gesundheitsschädlichkeit sollte jeder Arzt im Stande sein, sich ein unbedingt selbständiges und motivirtes Urtheil zu bilden. Soviel mir bekannt, ist bisher noch kaum in einem neueren Werke der medizinisch-hygienische Standpunkt bei der Beurtheilung in dieser Art in den Vordergrund gestellt worden, wie es hier versucht wurde. Ist mir die Lösung meiner Aufgabe gelungen, so denke ich mit diesen Abschnitten vor allem dem Arzt, mag er nun selbst die eigentliche Untersuchung ausgeführt haben oder sich nur auf die Untersuchung z. B. eines Chemikers stützen, Mittel und Wege zu einer richtigen hygienischen Beurtheilung des Befundes dargeboten zu haben. Ich hoffe aber, dass auch für Chemiker diese von der landläufigen Betrachtung oft ziemlich abweichenden Darlegungen nicht ohne Interesse sein werden, besonders aber wünschte ich, dass auch juristischen Kreisen die vorliegende Arbeit nützlich werden möchte, zur Orientirung über die Forderungen der Hygiene in so manchen Fragen, wo der Buchstabe des Gesetzes nicht ausreicht oder widerstreitende Ansichten der Sachverständigen laut werden.

Das ausgezeichnete „Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden von C. Flügge, Leipzig 1881“ hat natürlich in der Anlage meiner Arbeit vielfach zum Vorbilde gedient, doch bedingte mein Bestreben vor allem ein Buch für die Bedürfnisse der Praxis zu schreiben, sehr bedeutende Differenzen in der Durchführung. Die gewaltigen Fortschritte, die die hygienische Forschung im verflossenen Decennium — besonders auf dem Gebiete der Mikroorganismen und der Nahrungsmittel — gemacht hat, sind natürlich auch nicht ohne Einfluss auf die Stoffauswahl und vor allem auf die Fragestellung geblieben. Während der Ausarbeitung sind mehrere Anleitungen zu hygienischen Untersuchungen erschienen. Da dieselben aber in erster Linie für den elementaren Unterricht in der hygienischen Methodik bestimmt sind und keinen Nachdruck auf die medizinisch-hygienische Beurtheilung legen, so verfolgen sie eine wesentlich andere Tendenz als vorliegendes Buch.

Ueberall ist gesucht, dem Leser Gelegenheit zu geben, sich noch weiter in den Stoff zu vertiefen, durch Anführung von Citaten. Wo immer möglich, sind neue ausgedehntere Handbücher in erster Linie angeführt, in denen die

Speziallitteratur ausführlich mitgetheilt ist. Bei der Citirung von Artikeln aus Zeitschriften schien Beschränkung nöthig, da eine annähernde Vollständigkeit nicht erstrebt werden konnte. Die Litteratur ist in der ersten Hälfte des Buches etwa bis November 1889, in den letzten Bogen thunlichst bis Juni 1890 berücksichtigt. In dem kurzen „Nachtrage“ habe ich das wesentlichste seit Beginn des Druckes erschienene oder von mir vorher übersehene beigefügt.

Ueber die Bedeutung der Grenzwerthe bei Wasser, Milch etc. etc. sind die Nahrungsmittelchemiker einig; dieselben haben keine universelle, sondern nur eine gewisse lokale Gültigkeit, jeder Analytiker hat für seine Gegend dieselben erst zu ermitteln, resp. aus den Erfahrungen seiner Vorgänger abzuleiten. Allgemeine Grenzwerthe haben deshalb in den Augen Vieler gar keinen Werth. Es erschien mir aber nothwendig, dem Anfänger doch wenigstens einige Zahlen zur Orientirung an die Hand zu geben; es wird immer besser sein z. B. zu wissen, dass 10—35 mg Salpetersäure von verschiedenen Analytikern als „zulässiger Maximalgehalt in einem Liter Trinkwasser“ angesehen worden sind, als ohne jeden Maasstab in der Hand sich ein Urtheil darüber bilden zu müssen, ob die gefundenen 50 mg einen hohen oder niederen Werth darstellen. Selbstverständlich war immer wieder hervorzuheben, in welchem Sinne ich diese Zahlen aufgefasst wissen will.

Lücken und Mängel meiner Arbeit werden einmal in der natürlichen Lückenhaftigkeit unserer hygienischen Kenntnisse überhaupt, dann aber — bei Innehaltung der durch rein praktische Erwägungen vorgeschriebenen räumlichen Umgrenzung — in der grossen Schwierigkeit begründet sein, allen Theilen des gewaltigen Gebietes gleich gründlich gerecht zu werden. Weiter erschwert die fortwährende Entwickelung, welche unser hygienisches Wissen Tag für Tag erfährt, und endlich die Unvollständigkeit der zugänglichen Litteratur oft das Urtheil. Möchte der Leser wohlwollend diese Schwierigkeiten berücksichtigen!

Schliesslich spreche ich meinem Freunde Herrn Dr. F. J. Herz, z. Z. Abtheilungsvorstand an der milchwirthschaftlichen und brautechnischen Untersuchungsstation in Memmingen, meinen herzlichsten Dank aus für die treue und unermüdliche Sorgfalt, mit der er den Theil des Manuskriptes über Nahrungsmittel vor dem Drucke einer Durchsicht unterzog und für die zahlreichen Verbesserungen, zu denen mich sein Rath veranlasste. Für den Abschnitt XV empfing ich eine Reihe praktischer Rathschläge und sachverständiger Zusätze von meinem Freunde Herrn Architekt Ch. Nussbaum in Hannover; ich freue mich, auch für diese Mithilfe öffentlich danken zu können.

Würzburg, im Juli 1890.

Karl Bernhard Lehmann.

Inhalts-Verzeichniss.

Tabellen.

Verzeichniss der Abbildungen[1]).

[1]) Die Mehrzahl der Abbildungen ist nach unter menier Anleitung gezeichneten Originalen ausgeführt, während bei denjenigen, welche nach anderwärts publizirten (typischen) Figuren, meist nach Bedürfniss modifizirt, wiedergegeben wurden, in den Litteratur-Angaben die Titel der betr. Quellen verzeichnet sind und unter jeder Figur entsprechender Hinweis vermerkt ist.

Den Firmen F. M. Lautenschläger in Berlin (N. Ziegelstrasse 24), G. Westphal in Celle und Carl Zeiss in Jena, welche Clichés aus ihren Katalogen freundlichst zur Verfügung gestellt, sei hiermit bester Dank gesagt.

I. Abtheilung.

Allgemeine Methodik.

Die Durchführung jeder einzelnen hygienischen Untersuchung setzt die Bekanntschaft mit den Grundsätzen einiger physikalischer, chemischer und biologischer Methoden voraus, die, um Wiederholungen zu vermeiden, am besten in Form eines allgemeinen Theiles vorausgeschickt werden. Von besonderem Nutzen wird das Studium dieses allgemeinen Theiles für den sein, der keine persönliche Unterweisung von Seiten eines Lehrers geniesst, doch wird derselbe auch für solche, die in Kursen die Grundlagen des Arbeitens erlernt haben, ein brauchbares Nachschlagebuch bilden.

I. Abschnitt.

Chemisch-physikalische Methodik.

1. Die wichtigsten chemischen Laboratoriumsarbeiten.

§ 1. Abdampfen und Trocknen. Soll eine wässerige Lösung zur Trockne gebracht werden, so stellt man dieselbe in einer entsprechenden Porzellanschale auf einem Drahtnetze oder einem Teller aus gepresstem Asbest über die nicht leuchtende Gasflamme. Auf dem Drahtnetze geräth die Flüssigkeit rasch, auf dem Asbestteller langsam in's Sieden. Frei über eine Gasflamme gesetzt springen selbst gute Porzellanschalen leicht, wenn sie mit kalter Flüssigkeit gefüllt aufgestellt werden; die Anwendung eines Pilzbrenners oder Schlangen- Abdampfen u. Trocknen.

ofens (zahlreiche kleinste Gasflämmchen statt einer grossen Flamme) beseitigt diese Gefahr und gestattet das Abdampfen gut zu reguliren.

Wasserbad.

Wenn es sich um das Verdampfen stark konzentrirter, leicht spritzender, alkoholreicher Flüssigkeiten handelt, oder solcher, die leicht koagulirende, zersetzliche, organische Substanzen enthalten, endlich bei quantitativen Arbeiten überhaupt, ist das Verdampfen im Wasserbad vorzunehmen. Es hängt dann die Porzellanschale in einem theilweise mit Wasser gefüllten Metallgefässe, und nur die aufsteigenden Wasserdämpfe erwärmen den Schaleninhalt.

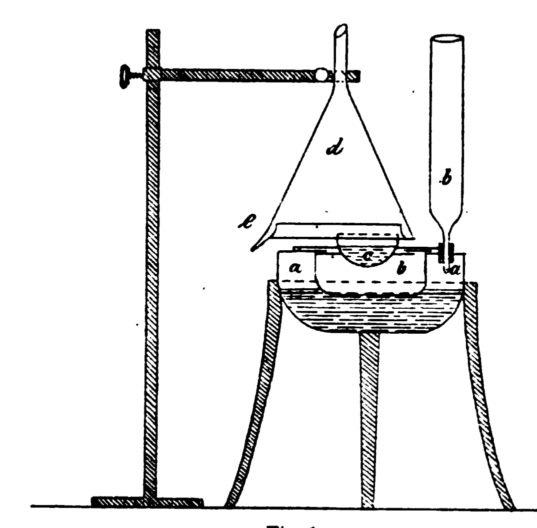


Fig. 1.
Wasserbad nach V. Meyer mit Schutztrichter.

Wasserbad nach Victor Meyer.

Will man vermeiden, dass man häufig das Wasser im Wasserbade nachfüllen muss, so wendet man entweder ein nur sehr wenig Wasser enthaltendes **Wasserbad** (*a*) **nach Victor Meyer** an (Fig. 1), bei dem sich in der Glassröhre *b* stets die entwickelten Dämpfe wieder kondensiren und zurückfliessen, so dass nach stundenlangem Gebrauche nur wenige cbcm Wasser verdunsten, oder man verwendet ein **konstantes Wasserbad** nach Fig. 2.

Gewöhnliches konstantes Wasserbad.

Es fliesst hier stets ein sehr feiner Wasserstrahl durch den Röhrenansatz *a*, wodurch ein gleichmässiges Niveau (*d*) im Wasserbade erhalten wird, ohne dass der geringe Wasserzu- und Abfluss (bei *b*) eine Abkühlung desselben bedingte.

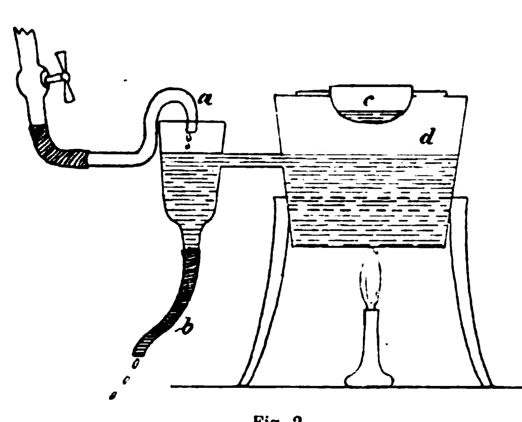


Fig. 2.
Konstantes Wasserbad.

Um zu vermeiden, dass Staub in die Abdampfschale fällt, befestigt man einen umgestürzten Glastrichter darüber. Am besten ist es, einen Trichter mit nach innen umgeschlagenem Rande und Wasserablauf (*e*) zu benützen, wie sie Victor Meyer angab. (Fig. 1.)

Trockenkasten.

Beim Abdampfen grösserer Flüssigkeitsmengen engt man meist erst auf dem Drahtnetze ein, dann verdampft man auf dem Wasserbade bis zur Trockne

und vollendet in einem mit Gas geheizten Trockenkasten (Kasten aus Kupferblech mit gelochten Einsätzen) die Trocknung. Für Substanzen, die gegen Hitze sehr unempfindlich sind, reicht ein einfacher Kasten vollkommen aus, für leichter zersetzliche Substanzen muss die Temperatur regulirbar sein. Ein Wassermantel oder Luftmantel zwischen doppelten Kupferwänden schützt schon sehr gegen zu starke Temperatursteigerungen, für exakte Versuche ist aber das Anbringen eines Temperaturregulators nothwendig, der meist auf 100^0 eingestellt wird. (Näheres § 62).

Die Trockenkästen dienen auch zum Trocknen von Filtern, zu den Wasserbestimmungen in festen Substanzen u. s. f.

Bunsenbrenner.

§ 2. Es sei hier noch ein Wort über die Konstruktion und den richtigen Gebrauch der in den Laboratorien üblichen Bunsenbrenner gesagt.

Bei *o* tritt, von dem heissen aufsteigenden Gasstrome der Flamme angesaugt, Luft in die Brennerröhre, mischt sich mit dem aus der feinen dreispaltigen Oeffnung *n* ausströmenden Gase, und bedingt so eine vollständige Verbrennung des letzteren; die Flamme wird bläulich, nicht leuchtend aber sehr heiss. Schliesst man die Luft-Oeffnungen *o* durch Drehen eines Verschlussringes, so hört die Luftzufuhr auf, die Flamme wird gelb leuchtend, russend, und produzirt wenig Wärme.

Zu chemischen Arbeiten brauchen wir ausschliesslich eine nicht leuchtende Flamme; es werden deshalb jetzt auch vielfach billige Brenner ohne Verschlussring angefertigt.

Fig. 3.
Bunsenbrenner.

Oxydations- und Reduktionswirkung.

Am heissesten ist die blassviolette Spitze und der Saum der Flamme, stets soll die Schale (namentlich aber Platingefässe) höchstens in das obere Drittel (*a*) derselben hineinragen. Die farblose Zone *b*, die den grünlich-bläulichen kühlen, inneren Flammenkern (*c*) umgiebt, übt durch den daselbst vorhandenen hocherhitzten Wasserstoff Reduktionswirkungen aus; die Spitze und der äusserste Flammenmantel sind der Sitz lebhafter Oxydationsprozesse.

Arbeiten mit kleiner Flamme.

Will man mit kleiner Heizflamme arbeiten, so geschieht dies am besten, indem man den Gaszufluss vermindert und gleichzeitig einen Theil des Luftzuflusses durch partielles Vorschieben des Verschlussringes abschneidet. Versäumt man letzteres, so schlägt die Flamme sehr leicht zurück, d. h. das Gas verbrennt nicht mehr an der Brenneröffnung, sondern an dem feinen Schlitze *n*. Dabei entweichen neben Kohlenoxyd unangenehm riechende Gase, namentlich Acetylen, in den Raum; der Brenner wird rasch heiss, bedeckt sich innen mit Russ, der Schlauch kann anbrennen u. s. f. Es muss stets, sowie ein Brenner zurückgeschlagen ist, die Flamme gelöscht und neu angezündet werden, wobei man zuerst

1*

einen Moment kräftig Gas ausströmen lässt, dieses entzündet und dann die Flamme regulirt. Ein Stückchen feines Drahtnetz über die Brenneröffnung gesteckt, ist auch ein guter Schutz gegen das Zurückschlagen der Flammen.

Spiritusheizung.

In Ermangelung von Gas lässt sich auch mit Spiritusheizung gut arbeiten. Als kleinere und vorübergehende Wärmequelle dient die bekannte gläserne Spirituslampe, für längere Arbeiten und grössere Hitze die altbewährte Berzeliuslampe mit ringförmigem Messinggefässe für den Spiritus. Für längere Arbeiten bringt man an jene ein Reservoir zum automatischen Nachfüllen (Fig. 4) des Spiritus an.

Ein kleiner Petroleumheerd kann auch gute Dienste leisten.



Fig. 4.
Links eine gewöhnliche Berzeliuslampe, rechts eine verbesserte Konstruktion mit Vorrichtung zum automatischen Konstanthalten des Spiritusniveau.

Destilliren.

§ 3. Destilliren. Flüchtige Körper lassen sich von nichtflüchtigen vollständig, schwerflüchtige von leichtflüchtigen ziemlich vollständig durch Destillation trennen. Bringt man (Fig. 5) in den Kolben (oder die Retorte) *a* eine Mischung verschieden flüchtiger Körper (z. B. Wasser und Alkohol), so verdampft beim Erwärmen derselben zuerst der leichtflüchtige (Alkohol) und sammelt sich, durch das von Wasser umspülte Kühlrohr (*c*) verdichtet, in der Vorlage (*f*). Liegt der Siedepunkt der beiden Körper nahe beisammen, so wird natürlich das Destillat stets auch von dem höher siedenden etwas enthalten. Nur durch

besondere Kunstgriffe ist eine vollständige Trennung möglich. Bei *d* tritt aus einem Gefässe oder der Wasserleitung ein Strom kühles Wasser in das Kühlrohr ein, bei *e* aus. (Liebig'scher Kühler.)

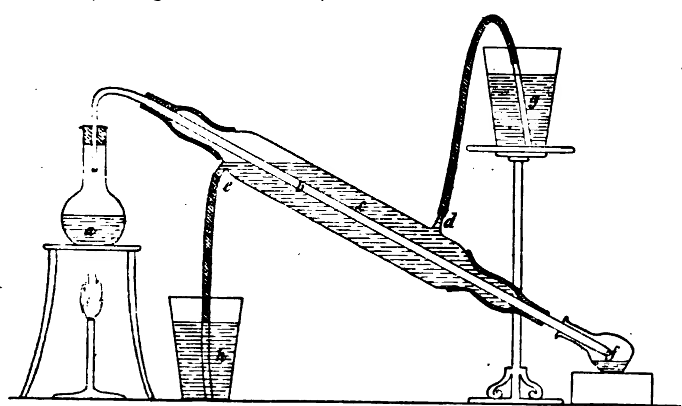


Fig. 5.
Destillation.

Um ein zu heftiges, stossweises Sieden (Stossen) der zu destillirenden Flüssigkeit zu vermeiden, giebt man ein Stückchen Platinspirale in's Destillirgefäss (bei Abdestilliren von Aether, Alkohol u. dgl.), oder fügt Bimsteinstückchen zu u. s. f. Vgl. darüber Abschnitt: Bier, Wein, Butter.

Rückflusskühler vgl. Abschnitt: Ermittelung der wichtigsten Nahrungsbestandtheile.

Destillation im Wasserdampfstrome vgl. Wein.

§ 4. Veraschen und Glühen. Will man die anorganischen Bestandtheile einer Substanz isolirt gewinnen, so verbrennt man die organischen unter den Cautelen, die bei der Bestimmung des Aschengehaltes erwähnt sind. Veraschen.

Solche Bestimmungen macht man gerne in Platingefässen, hat aber dann folgende Vorsichtsmassregeln zu beobachten. Der Tiegel darf nur in ein Dreieck aus Platin oder ein mit Pfeifenrohr oder Platinblech überzogenes Eisendreieck gesetzt werden, nie auf Kupfer, Messing oder Eisen. Im Tiegel darf keine Kupfer, Blei, Silber, Gold, Zinn, Jod, Brom, ätzende Alkalien enthaltende Substanz geglüht werden, weil sonst das Platin Verbindungen mit diesen Substanzen eingeht und der Tiegel rasch zu Grunde gerichtet ist. Behandlung der Platingefässe.

Der Tiegel werde stets mit der Oxydationsflamme (§ 2), d. h. der Flammenspitze erhitzt, in der Reduktionsflamme verbindet sich leicht Kohlenstoff mit dem Platin, kommt nachher der Kohlenstoff in der Oxydationsflamme wieder zur Verbrennung, so bleibt ein schwammig gelockertes Platin zurück.

Ueber das Glühen von Niederschlägen sind keine allgemeinen Vorschriften zu geben; bald ist stärkstes Glühen nöthig unter Zuhilfenahme des Gebläses (z. B. um oxalsauren oder kohlensauren Kalk in Aetzkalk zu verwandeln), anderemale würde ein starkes Glühen das Resultat falsch machen, z. B. durch Verflüchtigung von Alkalisalzen etc. — Bei der Benützung des Gasgebläses hat man erst eine weniger heisse Flamme durch weites Oeffnen des Gashahnes und geringes Oeffnen des Lufthahnes (resp. geringes Lufteinpressen) zu erzeugen, allmählich — wenn das zu erhitzende Gefäss vorgewärmt ist (Platin braucht Glühen. Gebläse.

nicht vorgewärmt zu werden) — verstärkt man den Luftzutritt, vermindert den Gaszutritt und arbeitet nun mit kleiner blauer, intensiv heisser Flamme. Der grosse Terquem-Brenner, der jetzt im Handel ist, und rasch einen dicken Kupferdrath zu schmelzen gestattet, macht übrigens ein Gebläse entbehrlich.

Pulverisiren.

§ 5. Pulverisiren. Ist ein Körper zu pulverisiren, so trocknet man ihn im Trockenschranke, wenn er noch nicht trocken ist, und zerreibt ihn entweder in der Porzellanreibschale (weiche und spröde Körper, z. B. Salze, zusammengebackenen Schlamm etc.), oder zerstösst ihn im Messing-, Achat-, oder Stahlmörser, indem man das Pistill durch ein Tuch steckt, das ein Verspritzen verhindert. Mit Hilfe von Sieben trennt man das genügend feingepulverte Material ab und bearbeitet das übrige weiter, bis ein gleichmässiges staubfeines Pulver erzielt ist — bei harten und zähen Körpern oft eine schwere Arbeit.

Lösen.

Anwendung der Lösungsmittel.

§ 6. Lösen. Um feste Körper auf nassem Wege analysiren zu können, müssen dieselben erst in Lösung gebracht werden; manche sind in irgend einem Lösungsmittel vollkommen klar löslich, aus anderen kann man durch verschiedene Lösungsmittel verschiedene Körper oder Körpergruppen getrennt ausziehen. So gehen durch Wasser, besonders in der Wärme: Zucker, Gummi, viele Salze u. s. w., durch Alkohol: Harze etc., durch Aether, Petroläther, Chloroform und Schwefelkohlenstoff: Fette, Oele u. s. w. in Lösung. Die Löslichkeit mancher Verbindungen in einem Lösungsmittel hängt oft davon ab, welche Temperatur innegehalten, ob saure, alkalische oder neutrale Reaktion vorherrschend ist. Was mit den genannten Lösungsmitteln nicht ausgezogen werden kann, löst sich häufig in einer oder mehreren verdünnten, oder konzentrirten Säuren (Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Königswasser, Schwefelsäure) oder Alkalien (Ammoniak, Natron- oder Kalilauge), freilich oft unter Zersetzung. Ganz unlösliche Körper, Silicate etc., müssen erst in geeigneter Weise „aufgeschlossen" werden durch Zusammenschmelzen mit Alkalien und nachheriges Aufnehmen der Schmelze in Wasser. Die Löslichkeit bezw. Unlöslichkeit eines Körpers in dem einen oder anderen Lösungsmittel gestattet meist schon wichtige Schlüsse auf seine chemische Natur. Kleine Proben werden in Reagircylindern mit den verschiedenen Lösungsmitteln erst kalt, dann warm behandelt; man prüft darauf durch Verdunsten der erhaltenen Filtrate auf Uhrgläsern, ob sich etwas gelöst hat, wenn dies nicht schon durch die Farbe oder das gänzliche Klarwerden der Flüssigkeit erkannt worden ist.

Fällen.

§ 7. Fällen, Decantiren und Filtriren. Trocknen der Niederschläge. Zur Trennung zweier oder mehrerer Körper von einander pflegt man häufig der Lösung derselben Reagentien zuzusetzen, die den einen der Körper in eine unlösliche Verbindung verwandeln (fällen), welche sich als Niederschlag rascher oder langsamer absetzt. Manche Niederschläge (z. B. phosphorsaure Ammoniakmagnesia) bilden sich vollständig erst nach Stunden.

Fällungen macht man meist in Bechergläsern, solche mittelst Aetzalkalien und Ammoniak, die namentlich in der Hitze Glas stark angreifen, in Porzellan-

schalen. Es ist nun die Aufgabe, den Niederschlag von der darüberstehenden Flüssigkeit zu trennen.

Decantiren.

Immer erleichtert es die Trennung sehr, abzuwarten bis ein vollständiges Absetzen erfolgt ist; es gelingt dann zuweilen, ohne Anwendung eines Filters, langsam den grössten Theil der überstehenden klaren Flüssigkeit abzugiessen, erst für den Rest ist filtriren nöthig. Doch muss man bei quantitativen Arbeiten immer filtriren. Von Filtern sind bekanntlich zwei Arten, glatte und Faltenfilter in Anwendung, letztere filtriren rascher, sind aber nur für qualitative Untersuchungen brauchbar, da auf ihnen Niederschläge schwer auszuwaschen sind. Heutzutage sind fertige Filter so billig, dass man sie nicht mehr selber zu schneiden und zu falten braucht. Auf den für quantitative Analysen bestimmten Filterpaketchen ist der meist minimale Aschengehalt eines Stückes stets angegeben.

Filter.

Trichter.

Die Trichter sind stets von Glas mit einem Neigungswinkel von 60°, unten am besten schräg abgeschliffen. Man stellt das untergesetzte Filtrirglas so, dass die Trichterspitze an die Glaswand lehnt und etwa 3—5 cm Abstand vom Flüssigkeitsniveau im untergesetzten Glase besteht.

Das Filter wird so in den Trichter gebracht, dass es überall anliegt und einige mm vom Trichterrand absteht; ehe man Flüssigkeit aufgiesst, befeuchtet man das Filter mit etwas destillirtem Wasser resp. Alkohol, Aether etc. je nach der zu filtrirenden Flüssigkeit.

Filtriren.

Das Aufgiessen aus dem Niederschlagsgefässe geschehe langsam, ohne den Niederschlag aufzurühren, nachdem man den Glasrand an einer Stelle unterseits mit etwas Vaseline bestrichen, und stets entlang einem vertikal gehaltenen Glasstabe, über dessen Spitze man ein Stückchen Kautschukschlauch gezogen. Man fülle das Filter nur bis $^1/_2$ cm vom Rande, giesse aber, um Zeitverlust zu vermeiden, fleissig nach. Ist endlich der Niederschlag mit nur wenig Flüssigkeit im Glase zurück, so wäscht man denselben (je nachdem mit Wasser, verdünntem Ammoniak, verdünnter Säure etc.) im Glase aus, lässt wieder absitzen, bringt das Waschwasser auch auf's Filter, wäscht nochmals den Niederschlag und bringt ihn endlich vollständig auf das Filter, wobei man mit Hilfe des Gummiwischers und zahlreicher kleiner Wasserportionen die Glaswände putzt. Der auf dem Filter gesammelte Niederschlag muss durch vorsichtiges Aufspritzen von Wasser oder eines anderen geeigneten Lösungsmittels noch von den letzten Spuren anhaftender löslicher Verunreinigung befreit werden, bis reines Wasser abläuft, wovon man sich in jedem Falle durch geeignete Reagentien zu überzeugen hat.

Wollen wir nur einen Theil des Niederschlages oder Filtrates zur qualitativen Weiteruntersuchung gewinnen, so ergeben sich entsprechende Vereinfachungen von selbst; das Filtriren wird unterbrochen, sowie wir den gewünschten Untersuchungsgegenstand erlangt haben. Zum Filtriren unter vermindertem Luftdrucke ist selten in der Hygiene Veranlassung gegeben; erwähnt ist diese Methode bei der Zuckerbestimmung.

Trocknen des abfiltrirten Niederschlags.

§ 8. Soll der abfiltrirte Niederschlag getrocknet und gewogen werden, so legt man ein Stück Filtrirpapier über die weite Trichteröffnung, befeuchtet es mittelst der Spritzflasche und streift mit Daumen und Zeigefinger den überstehenden Rand ab, so dass eine dicht schliessende, runde Decke zurückbleibt, die sehr gut vor dem Einfallen von Schmutz schützt, ohne das Trocknen zu hindern. Ist das Filter trocken, so hebt man es vorsichtig aus dem Trichter heraus, faltet es wenn nöthig etwas zusammen und legt es in ein leichtes Wägegläschen, lässt Filter und Gläschen nochmals $1/4^h$ im Trockenschranke und wiegt es, nachdem es im Exsiccator erkaltet. Hat nach abermaligem halbstündigen Verweilen im Trockenschranke und abermaligem Abkühlen das Gewicht nicht um mehr als 1 mg abgenommen, so betrachtet man die Trocknung als beendet, sonst wiederholt man die Trocknung ein drittes Mal. Hat man in dem gleichen Gläschen vorher das leere Filter getrocknet und gewogen, so kennt man durch Subtraktion des Gewichtes des leeren vom vollen Filter die Niederschlagsmenge.

Glühen.

Hat der zu bestimmende Niederschlag die Eigenschaft, durch Glühen nicht verändert zu werden (z. B. $Ba\,SO_4$) oder in eine Verbindung von genau bekannter Zusammensetzung überzugehen, aus der wir auf den gesuchten Körper schliessen können, z. B. $Mg\,NH_4\,PO_4$ in $Mg_2\,P_2\,O_7$, so umgehen wir die Verwendung eines gewogenen Filters. Wir verbrennen Filter und Niederschlag im Porzellantiegel, glühen die erhaltene Masse, bis die letzten Kohlenspuren verbrannt sind und ziehen das minimale Gewicht der Filterasche von der gefundenen Zahl ab.

Ist zu befürchten, dass bei der Verbrennung des Filters unvollständige und deshalb unübersehbare Reduktionsprozesse durch die Kohle hervorgebracht werden, z. B. $Ba\,SO_4$ zu $Ba\,S$, gewisse Metalloxyde zu Oxydulen etc., so bringt man durch vorsichtiges Drücken auf die Aussenseite des getrockneten Filters den Niederschlag zur Ablösung, lässt ihn vorsichtig in den auf einen Bogen Glanzpapier gestellten Tiegel fallen, rollt oder faltet das fast geleerte Filter zusammen und verbrennt dieses für sich auf dem Deckel des Tiegels, den man vorsichtig in die Flamme hält. Endlich lässt man die Filterasche zum Tiegelinhalt fallen, setzt den Deckel auf, erwärmt noch kurze Zeit, lässt im Exsiccator erkalten. **Exsiccatoren** sind gutschliessende Glasgefässe, die z. Th. mit einer hygroskopischen Substanz (Chlorcalcium oder konzentr. Schwefelsäure) gefüllt, einen geeigneten Raum darstellen, in dem der Tiegel abkühlen kann, ohne Wasser anzuziehen. Eine Art zeigt Fig. 5a; um mehrere Tiegel gleichzeitig unterbringen zu können, sind auf Glasplatten aufgeschliffene Glocken besonders beliebt. In denselben steht eine flache Schwefelsäureschale mit einem Porzellandeckel bedeckt, der Ausschnitte für die Tiegel besitzt. — Heiss gewogene Gegenstände erscheinen zu leicht.

Exsiccator.

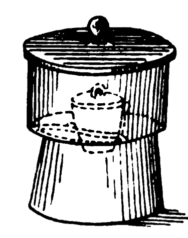


Fig. 5a.
Exsiccator.

Bearbeiten von Glas. Schneiden.

§ 9. **Einige Winke über das Bearbeiten von Glas, Kork und Gummi.** Glasröhren und Glasstäbe schneidet man auf die gewünschte Länge ab, indem man sie stark mit einer dreikantigen benetzten Stahlfeile („Glasfeile“) ein-

kerbt und zerbricht. Man setzt dabei die Daumennägel scharf der Kerbe gegenüber auf das Glasrohr und biegt so, dass die Kerbe auf der konvexen, die Finger auf der konkaven Seite des Bogens stehen. Je weiter und dicker die Röhren sind, um so schwieriger ist die Arbeit; man muss dann oft ringsum feilen und bedeutende Zeit aufwenden. Ein schräges Ende an einer Glasröhre erzeugt man durch Abschleifen auf benetztem Sandsteine.

Für weite Röhren ist die beste Methode folgende: Man umwickelt das Rohr mit zwei breiten feuchten festgebundenen Fliesspapierstreifen, zwischen denen nur ein schmaler Streifen Glas unbedeckt bleibt. Leitet man nun eine dünne heisse Stichflamme des Gebläses auf diese Stelle, so springt das Rohr meist nach Wunsch. Sprengen.

Zu der grossen Mehrzahl der Laboratoriumsarbeiten bedient man sich des leichtschmelzbaren Natronglases. Das Biegen der Röhren geschieht (stets nach sorgfältiger Trocknung aussen und innen) am besten in der leuchtenden Flamme eines Schmetterlingsbrenners, die gestattet, gleichzeitig eine grössere Strecke der Röhre zu erwärmen; man biegt erst, wenn unter stetem Umdrehen der Röhre allseitige Erweichung eingetreten ist. Weite Röhren schön zu biegen ist besonders schwierig. Um Röhren auszuziehen verwendet man zum Erwärmen die Spitze der Bunsenflamme, oder für dickere die Gebläseflamme, ebenso um sie zuzuschmelzen oder die scharfen Bruchstellen rund zu schmelzen. Das Zuschmelzen geschieht so, dass man möglichst nahe der gewünschten Zuschmelzestelle ein kurzes Röhrenstück unter Drehen stark erwärmt, etwas auszieht, die verdünnte Stelle wieder erwärmt, wieder auszieht, das dünne verbindende Glasröhrchen durchschneidet und nun das offene Ende in die Flamme hält, bis es sich schliesst. Durch längeres Hineinhalten in die Flamme erhält man einen soliden Verschluss. Biegen und Ausziehen.

Jedem Erhitzen bis zum Schmelzen hat ein kurzes Anwärmen des Rohres voranzugehen, wobei das Rohr flüchtig in der Flamme hin- und herbewegt wird. — Die Röhren aus schwer schmelzbarem Kaliglas sind nur mit der Gebläseflamme, aber in ganz gleicher Weise wie das Natronglas zu bearbeiten.

Korkstopfen müssen weich und ohne grobe Löcher sein; um sie für eine engere Oeffnung brauchbar zu machen, werden sie mit einer feinen Feile bearbeitet. Jeder Korkstopfen wird vor dem Gebrauche in der Korkpresse sanft gepresst. Zum Durchbohren der Stöpsel nimmt man unten zugeschärfte Messingröhrchen (Korkbohrer); man muss einen ganzen Satz solcher Röhrchen verschiedener Weite besitzen. Das Durchbohren hat langsam und streng senkrecht zu geschehen, der Bohrer muss stets scharf sein. Das Schärfen geschieht mit einer Stahlfeile. Mittelst der Rundfeile ist ein späteres Weiterfeilen zu enger Löcher möglich. Luftdichten Schluss giebt ein Korkstopfen nur, wenn man ihn nachher mit Paraffin überzieht; eine sichere Garantie leistet jedoch nur ein Gummistopfen. Kork.

Gummistopfen kann man mit Glaspapier dünner schleifen, ihre Durchbohrung ist auch mit in Kalilauge benetztem, scharfem Korkbohrer schwierig und zeitraubend, man kauft die Stöpsel nach Wunsch durchbohrt. Gummi.

Neue Gummischläuche sind vor dem Gebrauche auszublasen (Talkstaub) und am besten längere Zeit in destillirtem Wasser auszukochen.

Reagentien.

§ 10. **Reagentien.** Da nur mit reinsten Reagentien ein erspriessliches Arbeiten möglich ist, so sind dieselben nur aus ersten Fabriken zu beziehen. Merck in Darmstadt fabrizirt in jüngster Zeit Präparate mit dem Beisatze „pro analysi", für deren Reinheit er garantirt.

Folgendes sind die gebräuchlichsten Reagentien (der Krystallwassergehalt ist angegeben, wo er vorkommt):

1. **Säuren.**

Essigsäure konzentrirt, d. h. 50 %, spec. Gewicht 1,06.
Salpetersäure konzentrirt und 1 : 3.
Salzsäure konzentrirt und 1 : 3.
Schwefelsäure konzentrirt und 1 : 8.

2. **Basen.**

Ammoniakflüssigkeit mit ca. 10% Ammoniakgas, spec. Gewicht 0,96.
Kalilauge (KOH) und Natronlauge (NaOH) 1 : 10.

3. **Salze.**

In 10%iger Lösung werden verwendet:
Ammoniumchlorid (Salmiak) NH_4Cl.
Baryumchlorid $BaCl_2 + 2H_2O$.
Bleiacetat neutral (Bleizucker) $Pb(C_2H_3O_2)_2 + 3H_2O$.
Bleiacetat basisch (Bleiessig) $Pb(C_2H_3O_2)_2 + 2PbO$.
Ferricyankalium $K_6Fe_2C_{12}N_{12}$.
Ferrocyankalium $K_4FeC_6N_6 + 3H_2O$.
Kaliumbichromat $K_2Cr_2O_7$.
Kaliummonochromat (neutrales chromsaures Kali) K_2CrO_4.
Rhodankalium KSCN.
Kupfersulfat $CuSO_4 + 5H_2O$.
Magnesiumsulfat $MgSO_4 + 7H_2O$.
Natriumphosphat $Na_2HPO_4 + 12H_2O$.
Platinchlorid $PtCl_4 + 8H_2O$.

In 5%iger Lösung werden angewendet:
Ammoniumoxalat $(NH_4)_2C_2O_4$.
Eisenchlorid Fe_2Cl_6.
Silbernitrat $AgNO_3$.
Quecksilberchlorid $HgCl_2$.

Sonstige flüssige Reagentien:

Schwefelwasserstoffwasser: durch Uebersättigen von ausgekochtem, kaltem, destillirtem Wasser mit Schwefelwasserstoff.

Schwefelammonium gelbes; fertig zu kaufen oder man sättigt Ammoniakflüssigkeit mit Schwefelwasserstoff und digerirt die farblose Flüssigkeit $(NH_4)_2S$ mit etwas Schwefelpulver zur Bildung von gelbem Polysulfid.

Alcohol absolutus und 96%. Aether, Chloroform, Petroläther käuflich.

In festem Zustande sind in Glasflaschen mit Kork oder besser Glasstöpsel vorräthig zu halten, ausser den Stammsubstanzen obiger Lösungen, namentlich:

Ammoniumcarbonat[$(NH_4)_2CO_3$],Ammoniummolybdat[$MoO_4(NH_4)_2$],Baryumhydroxyd [$Ba(OH)_2 + 8H_2O$], Baryumcarbonat [$BaCO_3$], Borax [$Na_2B_4O_7$], Calciumchlorid [$CaCl_2$] geschmolzen, Calciumoxyd [CaO], Eisensulfid [FeS], Eisenoxydulsulfat [$FeSO_4 + 7H_2O$], Kaliumjodid [KJ], Kaliumnitrat [KNO_3], Kaliumchlorat [$KClO_3$], Kaliumpermanganat [$KMnO_4$], Magnesiumchlorid [$MgCl_2$], Natriumchlorid [$NaCl$], Natriumhyposulfit = Natriumthiosulfat [$Na_2S_2O_3 + 5H_2O$], Natronkalk, Natriumcarbonat = Soda [$Na_2CO_3 + 10H_2O$], Weinsaures Natronkali [$C_4H_4KNaO_6 + 4H_2O$], Oxalsäure [$C_2O_4H_2 + 2H_2O$], Strontiumnitrat [$SrNO_3$], Zink arsenfrei; Brucin, Diphenylamin, Indigo, Traubenzucker, Milchzucker, Stärke, Paraffin, Vaseline, Thierkohle.

Die seltener verwendeten und komplizirteren Reagentien sind im Texte beschrieben und im Register zu finden. Indikatoren siehe § 26.

2. Das Spektroskop.

§ 11. Das Spektroskop gehört zu den verwendbarsten Instrumenten des Hygienikers. Bekanntlich senden glühende Metalldämpfe nur Licht von einer oder einigen bestimmten Wellenlängen aus, ihr Spektrum besteht also aus einer oder einigen für jedes Metall charakteristischen farbigen Linien. So sind Natrium, Kalium, Lithium, Calcium, Baryum und viele andere Metalle schon in den minimalsten Spuren zu erkennen, wenn wir ihre flüchtigeren Salze (z. B. Chloride) in der Flamme des Bunsenbrenners verdampfen (**Emissionsspektrum**). Die Ueberempfindlichkeit dieser Reaktion raubt ihr aber das praktische hygienische Interesse, da uns hier nur wägbare Mengen dieser Stoffe interessiren.

Emissionsspektrum.

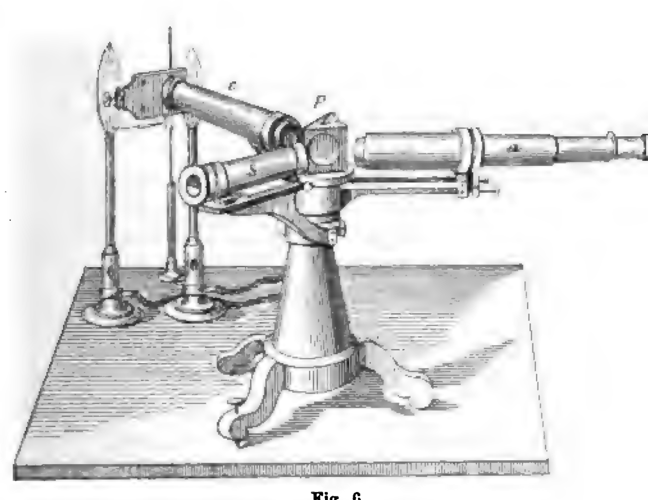


Fig. 6.
Spektralapparat.

Viel wichtiger für die Hygiene ist die Untersuchung von **Absorptionsspektren**. **Kirchhoff** bewies, dass jede Substanz als Dampf oder in Lösung genau die Lichtstrahlen aus dem Spektrum absorbirt, die sie als glühender Dampf aussendet (wenn sie überhaupt in einen solchen

Absorptionsspektrum.

verwandelt werden kann, ohne sich zu dissociiren). Die für einzelne Verbindungen ausserordentlich charakteristische Absorption an gewissen Stellen des Spektrums, wodurch dunkle Bänder entstehen, lässt dieselben oft in Mengen erkennen, die durch andere Mittel nur schwer sicher nachweisbar sind, so z. B. bei Fuchsin, Hämoglobin, Kohlenoxyd u. s. f., von denen uns jede Spur interessirt, wenn sie an gewissen Stellen gefunden wird.

Prinzip des Spektroskops.

Ein einfaches Spektroskop ist folgendermassen konstruirt: ein Glasprisma steht auf einer Messingsäule, an der drei horizontale mit Linsen versehene Messingrohre befestigt sind, und zwar ist das Rohr *c* fest, die beiden Rohre *a* und *s* sitzen in besonderen Hülsen auf der vertikalen Drehachse und sind also unabhängig von einander um dieselbe drehbar. (Fig. 6).

In das Rohr *c* (Collimatorrohr) fällt durch eine schmale Spalte ein helles Lichtbündel auf die am anderen Ende des Rohres gelegene Collimatorlinse, aus der es parallelstrahlig austritt. In den Weg dieser parallelen Strahlen ist das stark zerstreuende Prisma *p* so eingeschaltet, dass die Ablenkung der gelben Strahlen ein Minimum ist. Durch die Objektivlinse des Fernrohres *a*, das auf paralleles Licht eingestellt ist, wird ein objektives Bild des Spektrums entworfen, das dann durch die als Okular dienende Lupe 6—8 mal vergrössert betrachtet wird. Im Okular ist ein Fadenkreuz ausgespannt.

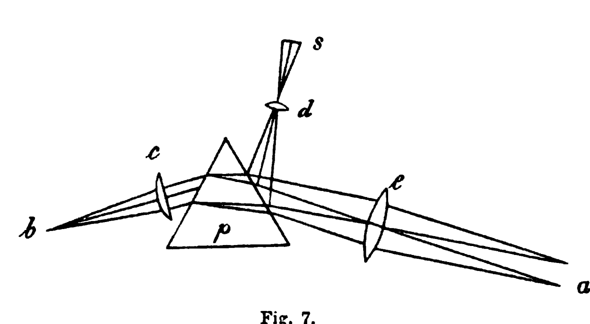


Fig. 7.
Schema des Spektralapparates. *b* = Lichtquelle. *s* = Skala. *e* = Bildentwerfende Linse des Beobachtungs-Fernrohres.

Gleichzeitig mit dem Spektrum sehen wir ein durch das Prisma reflektirtes Bild einer am Ende von *s* befindlichen auf Glas photographirten feinen Skala, die durch eine Gasflamme beleuchtet wird. (Fig. 7.)

Als Lichtquelle benützen wir das Licht der Sonne, oder häufiger einen Argandbrenner, besser einen Petroleumflachbrenner. Das Licht wird in all' diesen Fällen von glühenden festen (Russ), resp. geschmolzenen Körpern (Sonne) ausgesendet, enthält deshalb alle Strahlensorten und liefert so ein kontinuirliches Spektrum.

Einstellung des Apparates.

§ 12. Einstellung des Apparates. Der verstellbare Spalt wird sehr enge gemacht, eine Natriumflammme, d. h. eine Bunsenflamme, in die eine Kochsalz- oder Sodaperle an einem Platindrahte hineinragt, vorgesetzt. Das Fernrohr *a* wird herausgenommen und bei geöffnetem Fenster durch Okularverschiebung auf einen fernen Punkt (Blitzableiter, Baum) eingestellt. (Einstellung auf paralleles Licht.) Jetzt entfernt man das Prisma und dreht das wieder an seine Stelle gebrachte Fernrohr *a* in die Verlängerung des Collimatorrohres *c*, dessen Auszug, der den Spalt trägt, nun durch Ausziehen und Einschieben so regulirt wird, dass man das Bild des Spaltes mit allen etwaigen Unvollkommenheiten seiner Ränder ganz scharf sieht. Dann liegt der Spalt, wie er soll, genau im Brennpunkte der Collimatorlinie. Jetzt setzt man das Prisma an seine

Stelle [1]) und dreht Fernrohr *b* so, dass man das abgelenkte Bild des Spaltes wieder durch dasselbe sieht. Vor dem Skalenfernrohre wird eine mässig helle Flamme angezündet und letzteres (indem die Flamme stets folgt) so lange gedreht, bis das reflektirte Bild der Skala im Fernrohre erscheint. Punkt 50 der Skala bringt man mit der Natriumlinie resp. dem Spaltbilde zur Deckung [2]).

Der Spalt besteht aus einer festen und einer verschiebbaren scharfrandigen Stahlschneide, meist arbeitet man mit etwa 1 mm weitem Spalt. Für viele Zwecke ist es äusserst angenehm mittelst des gleichen Spaltes Spektra zweier Lichtquellen übereinander entwerfen zu können. Man erreicht dies, indem man vor dem unteren Theile des Spaltes ein kleines „Vorsatz- oder Vergleichsprisma" anbringt; wie die Figur 8 zeigt, wird hierdurch durch totale Reflexion das Licht einer seitlichen Lichtquelle in das Collimatorrohr geworfen. Im Fernrohre erscheinen nun zwei Spektra, deren gleiche Farben genau über einander liegen, das obere Spektrum stammt aber von der unteren Spalthälfte (Lichtquelle *A*), wenn sie es ist, die das Vorsatzprisma trägt, da das Fernrohr das Bild umkehrt, das untere Spektrum von der Lichtquelle *B*. — Das Hauptprisma wird mit einer Metallbüchse umgeben, die Beobachtungen im etwas verdunkelten Raume vorgenommen, um nicht durch Blendung in der Wahrnehmung zarter Absorptionsbänder gestört zu sein. Vorsatzprisma.

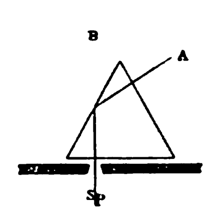


Fig. 8.
Vorsatzprisma.

§ 13. Will man, was, wie gesagt, selten vorkommt, auf Metalle durch ihre Spektrallinien prüfen, so löst man die Substanz in einem Tropfen reinster Salzsäure, um so Chloride zu erhalten. In den Syrup taucht man eine durch Glühen gut gereinigte Platinöse (so lange geglüht bis die Flamme des Bunsenbrenners keine gelbe Natriumfärbung mehr zeigte), bringt letztere (in ein Stativ gespannt) wieder in die Bunsenflamme und notirt nun die Lage der wichtigsten Linien, die man entweder durch Tabellen oder besser durch direkten Vergleich mit den Spektrallinien der verschiedenen in Frage kommenden reinen Alkalien, alkalischen Erden u. s. f. identifizirt. Man darf nur auf länger persistirende Linien achten; da Luftstäubchen gelegentlich verschiedene fremde Stoffe hineinbringen. Zur Prüfung gefärbter Flüssigkeiten auf Absorptionsspektren füllt man sie am besten in parallelwandig geschliffene kleine Fläschchen oder in Spiegelglaskästchen; etwas weniger schön werden die Bilder bei der Verwendung von Reagenzgläsern, von denen nur glattwandige ohne Glasfehler tauglich sind. Man spannt die Gläschen in ein Stativ und setzt sie unmittelbar vor den Spalt, so lange etwas verschiebend, bis eine etwaige Absorption möglichst scharf sichtbar ist. Vor das Vergleichsprisma kann man ein zweites Glas mit einer Vergleichslösung und eine zweite Gasflamme setzen. Prüfung auf Metalle. Untersuchung von Absorptionsspektren.

Viele gefärbte Flüssigkeiten geben nur eine Verkürzung des Spektrums; gelbe und rothe Flüssigkeiten lassen meist wenig blau und violett durch, das

[1]) Meist ist die Lage des Prisma's durch eine Vertiefung, in welche seine Basis eingesetzt wird, ein für alle Male bestimmt. Die Lage muss so sein, dass gelbes Licht das Minimum der Ablenkung erfährt resp. so, dass sich das Bild im Fernrohre bei einer Drehung des Prisma's in der einen oder anderen Richtung beide Male nach der gleichen Seite verschiebt.

[2]) Die Skala ist durch Ausziehen und Einschieben richtig eingestellt, wenn ihr Bild in der gleichen Ebene mit dem des Spaltes liegt, wenn also bei Kopfbewegungen Spalt und Skala sich nicht mehr gegeneinander parallaktisch verschieben, durch verschiedene Anstrengung der Accommodation lässt sich allerdings Spalt und Skala auch ohne Erfüllung dieser Bedingung genau sehen.

brechbarere Ende des Spektrums ist daher beschattet, blaue Flüssigkeiten löschen das rothe Ende eine Strecke weit aus. Neben diesen wenig charakteristischen Randabsorptionen, die natürlich stets auch notirt werden müssen, zeigen aber zahlreiche Stoffe noch schmälere oder breitere, schärfere oder verwaschenere dunkle Streifen oder Bänder im Spektrum, die unsere grösste Aufmerksamkeit verdienen. Sieht man im Spektrum einen breiten dunklen Streifen, z. B. von C bis D, so hat man vorsichtig allmählich die Flüssigkeit zu verdünnen und successive den Anblick der Streifen zu notiren, ob sich nicht der dicke Streifen vor seinem Verschwinden vielleicht in mehrere dünnere spalte u. s. f.

Bestimmung der Lage der Absorptionsstreifen.

§ 14. Die Lage der beobachteten Streifen geben viele Autoren auf unserem Gebiete nur ungefähr an, z. B. „Band zwischen D und E", oder „zwischen F und G näher an letzterem zwei schmale Bänder". Etwas genauer ist folgende Ausdrucksweise „Ein Band bei D 1/3 E", d. h. wird die Strecke von D nach E in drei Theile getheilt, so liegt das Band auf dem ersten dieser Theilstriche.

Mit Hilfe des Skalenrohres lässt sich leicht die Angabe noch genauer gestalten. Stellt man D auf 50, so braucht man nur von einigen anderen bekannten Linien anzugeben, auf welche Punkte der Skala sie bei dem angewendeten Apparate fallen, z. B. B auf 31, E auf 70, F auf 89, um mit der Angabe, ein beobachtetes Band reiche von 63—67, eine vollkommen bestimmte und von anderen kontrollirbare Angabe zu machen. Es würde dies heissen: das Band reicht, wenn wir die Strecke von D bis E in 20 Theile theilen, vom 13.—17. Theilstrich. Zur Bestimmung der Lage der Hauptlinien kann man Sonnenlicht (d. h. die Frauenhofer'schen Linien) oder charakteristische Metalldämpfe verwenden, die nach § 13 erhalten werden. Die Linie A entspricht der einzigen auffallenden Kaliumlinie, B der am meisten nach der rothen Seite hin liegenden Strontiumlinie, D der Natriumlinie, F der äussersten blauen Baryumlinie.

Wirklich exakte Messungen der Lage von Streifen lassen sich nur mit besonderen Apparaten machen (Spektrometer), die hier nicht beschrieben werden können, als Maass dient die Wellenlänge an der betreffenden Stelle ausgedrückt in Milliontel Millimeter. Die wichtigsten Frauenhofer'schen Linien haben folgende Wellenlänge in Milliontel Millimeter:

A = 760,4		E = 526,9
B = 686,7		F = 486,1
C = 656,2		G = 430,7
D_2 = 589,5	mit kleinen Apparaten als 1 Linie erscheinend	H = 396,8
D_1 = 588,9		

Absorptionsbänder bei verschied. Dicke der absorbirenden Flüssigkeit.

Weiter wird die Genauigkeit der Angabe des Ortes von Absorptionsbändern dadurch erschwert, dass dieselben mit zunehmender Konzentration und zunehmender Schichtdicke verschieden breit erscheinen. Fehlt die Möglichkeit, die Konzentration anzugeben, so muss man sich begnügen, die Bänder für „schwache" Lösung, „mittelstarke" und „starke Lösung" 3 mal getrennt aufzuzeichnen, natürlich ein mangelhaftes, aber meist ausreichendes Verfahren. Andere zeichnen nicht

die Bänder, sondern sie drücken durch Kurven das allmähliche Zunehmen der Absorption aus, wenn immer stärkere Lösungen verwendet werden. Ein Beispiel (Fig. 9) zeigt dies deutlich:

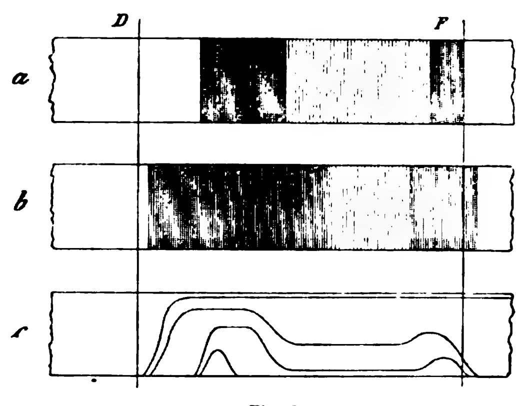


Fig. 9.
Fuchsinspektrum.

a ist das Spektrum einer 12 mm dicken Schicht einer Fuchsinlösung, die $^1/_2$ mg Fuchsin in 100 ccm 50⁰/₀igem Alkohol enthält;

b das gleiche, wenn 1 mg Fuchsin gelöst ist;

In *c* drückt die unterste Kurve die Absorption unter obigen Verhältnissen aus, wenn $^1/_4$ mgr Fuchsin verwendet ist; die zweite Kurve entspricht der Figur *a* ($^1/_2$ mg Fuchsin); die dritte Kurve entspricht der Figur *b* (1 mg Fuchsin); die äusserste Kurve drückt die Absorption aus unter obigen Verhältnissen, wenn 2 mg Fuchsin verwendet sind.

§ 15. Für orientirende Untersuchungen resp. für die meisten praktischen Zwecke vollkommen ausreichend sind kleine Spektralapparate mit gerader Durchsicht (à vision directe). Durch eine geeignete Kombination von Flint- und Crownglas erhält man ein Prismasystem, das die mittleren Strahlen (gelb) gar nicht ablenkt, die übrigen Farben aber noch immer ziemlich stark zerstreut (Flintglas zerstreut stark, bricht schwach; Crownglas umgekehrt). **Spektralapparate mit gerader Durchsicht.**

Es kann also Fernrohr und Collimator zu einer ausziehbaren Röhre werden, die man vor's Auge hält, den Spalt gegen eine weisse Wolke oder eine Gasflamme gerichtet. Man verschiebt nun das Okular so, bis das Spektrum seine maximale Schärfe erreicht hat (event. bis man bei Anwendung von Sonnenlicht die Frauenhofer'schen Linien sieht), dann kann direkt die absorbirende Flüssigkeit vorgehalten werden. Lagebestimmungen der Bänder sind hier nur mit Hilfe eines Vergleichsprisma möglich. Besonders beliebt ist das Vogel'sche Universalspektroskop, ausführlich beschrieben in: Vogel, H. W., die Spektralanalyse irdischer Stoffe II. Auflage, Berlin 1887, worin sich das gesammte bisher bei spektroskopischen Untersuchungen gesammelte Material findet, stets mit Rücksicht auf die praktischen Bedürfnisse dargestellt. Mehr die Theorie der Spektralanalyse und die Metallspektra berücksichtigt Kayser, H., Lehrbuch der Spektralanalyse, Berlin 1883.

Man hat auch Mikrospektroskope angefertigt, um die Farben mikroskopischer Objekte spektroskopisch untersuchen zu können. Gute ausführliche Beschreibung: Behrens, Hilfsbuch für mikroskopische Untersuchungen. Braunschweig, Bruhn, 1883. Am gleichen Orte sind auch Polarisationsmikroskope gut erläutert, die jedoch bisher kaum Bedeutung für die Hygiene haben. **Mikrospektroskope.**

Zu quantitativen Bestimmungen hat sich die Hygiene bisher auch des Spektralapparats noch nicht bedient, obwohl er sicherlich da und dort anwendbar wäre. **Quantitative Spektralanalyse.**

Nur muss man für jede neue zu bestimmende Substanz sich erst selbst eine Tabelle entwerfen und über den theueren Apparat verfügen. Eine gute Orientirung über die Methode giebt Kayser l. c. p. 213, im übrigen muss auf die Arbeiten des Begründers der Methode Vierordt verwiesen werden. Vierordt, Anwendung des Spektralapparates zur Photometrie, Tübingen 1873 und Die quantitat. Spektralanalyse, Tübingen 1876. Ferner Wiedemann's Annalen 3, p. 357—376 (1878). Hüfner, Journal f. prakt. Chemie N. F. Band 16.

Neben den vorstehend genannten Werken ist zu empfehlen: Abschnitt „Spektralanalyse" von H. W. Vogel in Dammer's Lexikon der Verfälschungen.

3. Bestimmung des absoluten und specifischen Gewichtes.

Absolutes Gewicht.

§ 16. Die Benützung der gröberen Wagen, die man, wenn man sie nicht als Eigenthum besitzt, beim Apotheker und Krämer findet, ist bekannt. Vorzügliche Dienste leistet namentlich die „Tarirwage" des Apothekers, die bei 1 Kilo Belastung noch 5—10 mg Gewichtsdifferenz anzeigt, zum Abwiegen grösserer Gegenstände. Um Thiere, grössere Bodenproben, Flaschen zur Kohlensäurebestimmung u. dgl zu wiegen, sind die Tellerwagen der Krämer sehr brauchbar. (Empfindlichkeit bei Belastung bis zu 10 Kilo etwa ½—2 gr.)

Verschied. Wagen.

Die Benützung einer feinen „Analysenwage" lernt man zwar am besten durch mündliche Unterweisung, die Hauptregeln dürfen aber hier nicht fehlen. Die Wage ist stets absolut rein und trocken zu halten (Abwischen mit feinem Tuch oder Leder, das in der Wageschublade liegen soll); der Glaskasten, in dem sie steht, muss bei Nichtbenützung stets geschlossen sein und auch am Ende jeder Wägung, wenn es sich um die Ermittelung der Milligramme handelt, geschlossen werden. Ein halbgefülltes Kelchglas mit konz., zuweilen erneuerter Schwefelsäure soll die Luft im Wagekasten trocken halten. — Die Wage steht (nie bewegt) auf einem festen Tische (am besten Wandtische), mit einer Dosenlibelle wird sie vollkommen horizontal gestellt.

Eigenschaft. einer empfindl. Wage.

Wichtigste Eigenschaften einer empfindlichen Wage: Der Balken ist lang [1]) und durch Durchbrechungen dabei doch leicht, in seiner Mitte trägt er (Fig. 10) eine lange Stahlzunge (*f*), die vor einer Elfenbeinskala spielt. Die Schwingungen des Balkens werden durch die Ausschläge der Zunge vor der Skala beurtheilt. In der Mitte des Balkens (*a*) befindet sich eine scharfe abwärts gerichtete Stahlschneide (*b*), die während des Wiegens auf einer Stahlplatte, auf der oberen Fläche der Wagesäule steht, in unserem Bilde auf zwei Stahlsäulen *c c* (Fig. 10 u. 11). Die Wageschalen sind ebenfalls sehr leicht und hängen mit Stahlschneiden in dreikantigen Stahllagern. Der Schwerpunkt des Balkens liegt nahe unter dem

[1]) In neuester Zeit werden vielfach kurzarmige Wagen hergestellt, die durch die geringere Balkenlänge kürzere Schwingungsdauer haben, aber so konstruirt sind, dass die Empfindlichkeit dennoch eine sehr hohe ist. — Die kurzarmigen Wagen haben den weiteren Vortheil, dass ihr Balken durch höhere Lasten nicht so beträchtlich deformirt wird, so dass für kleine und grosse Lasten die Empfindlichkeit annähernd die gleiche ist.

Drehpunkte, eine Schraube in der Mitte des Wagebalkens gestattet seine Lage zu variiren. Um die Abnützung der Schalenschneiden zu vermeiden, werden die Schalen in der Ruhe durch kleine Tische unterstützt. (Schalenarretirung). Ferner wird durch eine Art Gabel *dd* (Fig. 10 und 11) der Wagebalken und gleichzeitig durch den Trog *e* die Balkenschneide besonders gehoben. Gabel und Trog sind beide an der in der Wagesäule beweglichen Vertikalstange (*d*) (hinter *c c* Fig. 10) befestigt. Die Senkung der Gabel wird durch Drehung einer Schraube hervorgebracht, die vorn zwischen den Schubladen des Wagetisches vorragt, dabei wird der Balken frei, und die Schneide kommt auf die Unterlage; ebenso senken sich die Schalentischchen, so dass die Schalengehänge frei herabhängen.

Schalen- und Balken-arretirung.

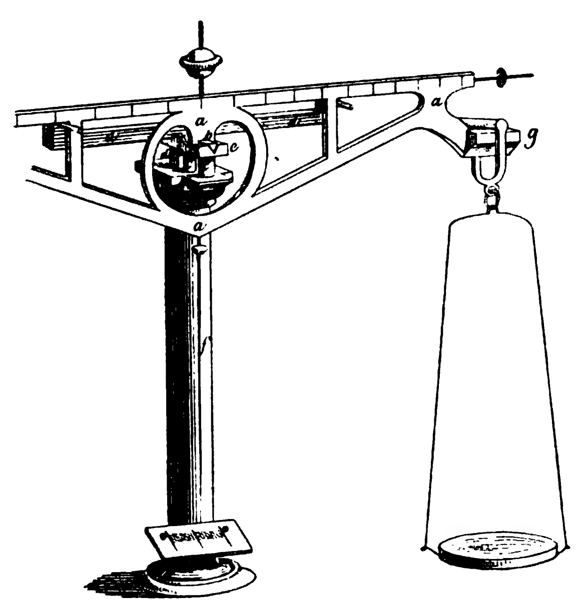


Fig. 10.
Wage in Ruhe (Balkenarretirung).

Prüfung der Lage des Nullpunktes.

§ 17. Soll eine Wägung ausgeführt werden, so ist zunächst nach Revision der Sauberkeit der Schalen und Abnahme eines etwa vergessenen Reiters (s. unten) die Arretirung durch Drehen der Schraube langsam zu entfernen und hierauf sind die Schwingungen des Balkens nach rechts und links zu vergleichen; nach 1 — 2 Schwingungen muss der Ausschlag gleich sein nach beiden Seiten, ist er es nicht, so hat man die wahre Gleichgewichtslage aus einer ungeraden Anzahl von Ablesungen zu bestimmen.

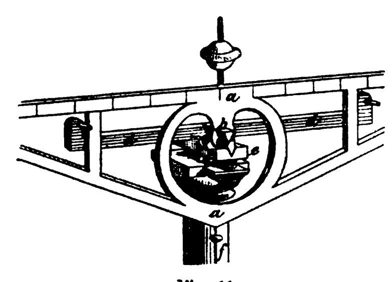


Fig. 11.
Wage gebrauchsfähig.

Schlug die Wage z. B. erst nach rechts 9,0, dann nach links 6,3
dann nach „ 8,1, „ „ „ 5,4
„ „ „ 7,3 aus, so ergiebt sich die Lage des Nullpunktes folgendermassen: 24,4 : 3 = 8,1 11,7 : 2 = 5,8

8,1 — 5,8 = 2,3. Da also die Wage um 2,3 Theilstriche zuweit nach rechts ausschlägt, liegt der Nullpunkt um 2,3 : 2 = 1,15 nach rechts. Leichtes Ver-

stellen der an den Balkenenden seitlich angebrachten Schrauben gestattet übrigens, die Gleichgewichtslage der Skalenmitte entsprechend herzustellen, doch hüte sich der Anfänger vor häufigem Schrauben.

Die Wägung. Nach dieser Vorprüfung legt man auf die Schale zur linken (stets) das Objekt und auf die rechte Schale aus dem Gewichtskästchen [1]) ein Gewicht, das man für ungefähr gleich oder etwas grösser hält als die Last; entfernt dann durch vorsichtiges Drehen der Schraube etwas die Arretirung, sieht, nach welcher Seite ein Ausschlag erfolgt und arretirt sofort wieder; durch zu rasches Handhaben der Arretirung leidet die Wage leicht. Erst wenn es schon annähernd (etwa auf 1 Centigramm) gelungen ist, das Gewicht festzustellen, darf der Arretirungsmechanismus vorübergehend ganz weggenommen werden, so dass die Wage ausschwingen kann. Zur Wägung verfährt man am besten stets ganz schematisch, besser als viele Worte wird den Gang ein Beispiel erklären.

Es soll ein Porzellantiegel gewogen werden, dessen Gewicht (uns noch unbekannt) 24,6432 ist. Es werden nun hintereinander folgende Gewichte rechts aufgelegt:

20 zu leicht,
20 + 10 zu schwer,
20 + 5 zu schwer,
20 + 2 zu leicht,
20 + 2 + 2 zu leicht,
also jetzt wissen wir: schwerer als 24, leichter als 25, nun fahren wir fort:
24 + 0,5 zu leicht,
24 + 0,5 + 0,2 zu schwer,
24 + 0,5 + 0,1 zu leicht,
also schwerer als 24,6, leichter als 24,7,
24,6 + 0,05 zu schwer,
24,6 + 0,02 zu leicht,
24,6 + 0,02 + 0,02 zu leicht,
also schwerer als 24,64, leichter als 24,65.

Bestimmung der Milligramme. § 18. Die Vollendung der Wägung auf Milligramme und Bruchtheile derselben geschieht ausschliesslich nicht durch Auflegen von Milligrammgewichten auf die Schale, sondern, da dieselben ihrer Kleinheit wegen unhandlich sind, mittelst eines sogenannten „Reiters“. Ein Drahthäkchen genau 10 mg schwer, wird selbstverständlich auf die Mitte der einen Balkenhälfte aufgesetzt, nur die Hälfte der Wirkung entfalten, die es auf die Schale selbst gelegt gehabt hätte, also nur 5 mg repräsentiren. Man theilt die rechte Hälfte des Balkens in 10 Theile und kann durch einfache Verschiebung des Reiters mit Hilfe einer Führungsstange 1—10 mg damit abwiegen. Bruchtheile eines Milligramms können geschätzt oder durch Theilung der Balkenhälfte in 100 Theile abgelesen werden. Fällt der Reiter herunter, so muss er mit der Pincette vorsichtig aufgesetzt werden.

---

[1]) Die üblichen Gewichtssätze enthalten vergoldete Messinggewichte (bis 1 gr) und Platingewichte für die Bruchtheile des Gramms und zwar meist

1 Stück zu	50	5	0,5	0,05	0,005
2 Stück zu	20	2	0,2	0,02	0,002
1 Stück zu	10	1	0,1	0,01	0,001

seltener ist Reihe 10, 1 u. s. f. doppelt und die Reihe 20, 2 etc. nur einmal vorhanden. Die Gewichte dürfen nur mit einer Pincette mit Elfenbeinspitzen angefasst werden, die Oehrchen der Platingewichte müssen stets nach oben und rechts liegen. Nie darf ein Gewicht oder der Reiter auf der Wage liegen bleiben. In neuerer Zeit werden Bruchtheile des Gramms aus Aluminium gemacht, dieselben sind gross und praktisch. Für Kontrolle der Gewichte, der Empfindlichkeit der Wage u. s. f. vergleiche Kohlrausch.

Ablesen.

Ist endlich Gleichgewicht der beiden Schalen hergestellt, so ist das Ablesen des Resultates mit Ruhe und Sorgfalt vorzunehmen, denn fast alle Wägefehler, ja die Mehrzahl der gröberen Analysenfehler, sind bloss Ablesungsfehler. Man liest stets doppelt ab, einmal addirt man den Werth, der im Gewichtssatze fehlenden Stücke und notirt die Summe, dann addirt man auf's Neue die Gewichte, indem man sie von der Wage nimmt, sorgfältig betrachtet, notirt, und an ihre Plätze legt; stimmen die beiden Zahlen nicht, so legt man nochmals die Gewichte auf.

Wägegläser.

Fast bei allen Wägungen haben wir mehrmals abzuwiegen. Gewöhnlich erst ein Gefäss leer, dann dasselbe mit der Substanz; die Differenz giebt das Gewicht der letzteren. Wer viel wiegt, hält sich kleinere und grössere leichte weithalsige Glasgefässe mit leichtem eingeschliffenem Stöpsel, deren Gewicht bis zur zweiten Decimale mit dem Diamant darauf geschrieben ist, als Wägegläschen. Peinlichste Reinigung jedes Gläschens vor dem Gebrauche ist nöthig, schon Anfassen mit schwitzenden Fingern u. dgl. bedingt Gewichtszunahme bis zu 5 mg.

Specifisches Gewicht.

§ 19. Bestimmung des specifischen Gewichtes. Unter dem specifischen Gewichte eines Körpers versteht man das Verhältniss seiner Dichtigkeit zur Dichtigkeit von Wasser, oder das Gewicht von 1 cbcm des Körpers, da 1 cbcm Wasser 1 g wiegt. Nur bei 4° wiegt allerdings 1 cbcm Wasser genau 1 g, nichtsdestoweniger bezieht man nur bei festen Körpern das specifische Gewicht auf Wasser von dieser Temperatur, Flüssigkeiten werden bei 15° C. gewogen und ihr specifisches Gewicht auf Wasser von 15° bezogen, seltener ist 17,5° C. (z. B. Soxhlet's Araeometer) als Normaltemperatur zu Grunde gelegt.

Feste Körper.

Feste Körper. Hat der Körper ein bekanntes Volum, so braucht man nur sein absolutes Gewicht durch dies Volum zu dividiren; ein unbekanntes Volum ist nach § 37 entweder durch Rechnung oder Versuch zu ermitteln.

Sp. Gewicht von Flüssigkeiten.

§ 20. Die Ermittelung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten ist von weit grösserer Bedeutung für die Hygiene. Sie kann auf recht verschiedene Weise geschehen.

Pyknometer.

1. Mit der gewöhnlichen Wage. Man wiegt ein möglichst exakt abgemessenes Volum der Flüssigkeit, das aber nicht zu klein sein darf, etwa 5—50 cbcm. Meist bedient man sich dazu sogenannter Pyknometer (πυκνος dicht), kleiner Fläschchen mit eingeschliffenem in eine Kapillare endenden Hohlstopfen. Man füllt des Fläschchen bei abgenommenem Stopfen, so dass eine flache Flüssigkeitskuppe die Mündung überragt. Setzt man jetzt den Stopfen auf, so füllt sich sein Hohlraum vollkommen mit Flüssigkeit. Nun trocknet man den Apparat auf's sorgfältigste ab. Genaue Bestimmungen müssen mit 15° warmen Flüssigkeiten vorgenommen werden; feine Pyknometer tragen, um dies zu erleichtern, in die Stöpsel eingeschmolzene Thermometer, die in die Flüssigkeit eintauchen. Man hat zur Ermittelung des specifischen Gewichtes 3 Wägungen auszuführen:

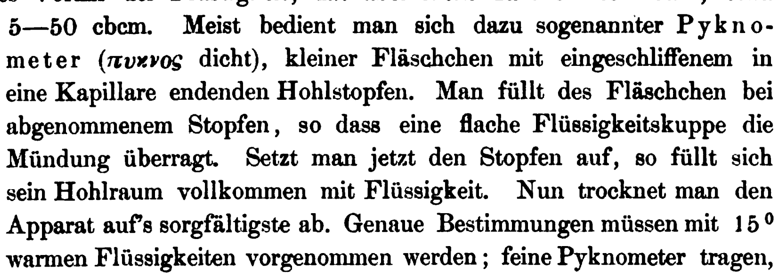


Fig. 12. Pyknometer.

1. Pyknometer leer und trocken = a
2. Pyknometer gefüllt mit dest. Wasser von 15^0 = b
3. Pyknometer gefüllt mit der fraglichen Flüssigkeit von 15^0 = c

dann ist d (das specifische Gewicht) $= \frac{c-a}{b-a}$

Araeometer.

2. Mit Araeometern. Bequemste und verbreitetste Methode. Ein gläserner Schwimmkörper (solche aus Hartgummi haben sich nicht eingebürgert), der unten mit Quecksilber oder Schrot beschwert ist, von bekannter Form (Abbildung siehe Milch) sinkt soweit in einer Flüssigkeit ein, bis der eingesunkene Theil des Instrumentes so schwer ist, wie das Volum Flüssigkeit, das derselbe verdrängt, d. h. in leichten Flüssigkeiten tiefer, in schweren weniger tief. Lässt man ein Araeometer in eine Reihe von Kochsalzlösungen eintauchen, die nach 1. oder 3. genau auf ihr spec. Gewicht geprüft sind, und bestimmt so beispielsweise die Punkte 1,000, 1,010, 1,020 und 1,027, so ist 1,000—1,010 in 10, 1,010—1,020 in 10, und 1,020—1,027 in 7 Theile zu theilen. Der Apparat ist nur gut und brauchbar, wenn die so erhaltenen Theile untereinander gleich gross sind. Gekaufte Araeometer kontrollirt man selbst in der besprochenen Weise an zahlreichen Punkten und entwirft sich eine Korrektionstabelle. Die Flüssigkeiten müssen bestimmte Temperatur (meist 15^0) haben, in genügend weiten Cylindern zur Untersuchung kommen, damit das Araeometer nicht etwa an einer Stelle an der Wand anstreift (vgl. auch Abschnitt Milch). Beim Ablesen ist zu berücksichtigen, dass durch Kapillarität wässerige Flüssigkeiten etwas an der Spindel aufsteigen, man muss sich also hüten, ein zu hohes Niveau resp. spec. Gewicht abzulesen, sondern stets die wahre Oberfläche berücksichtigen.

Mohr-Westphal'sche Wage.

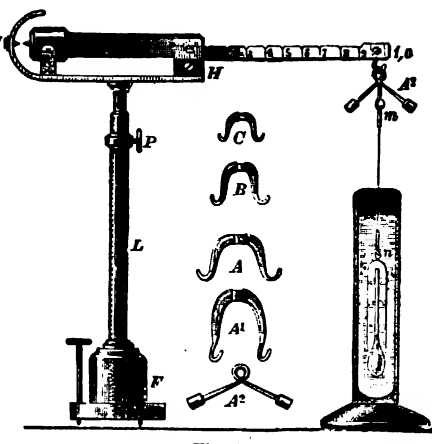


Fig. 13.
Westphal'sche Wage.

3. Mit der Mohr-Westphal'schen Wage. Aehnlich wie man aus der Tiefe des Eintauchens des gleichen Schwimmers in verschiedenen Flüssigkeiten auf ihr verschiedenes spec. Gewicht Schlüsse zu ziehen vermag, kann man dies auch thun, indem man den Arm einer Wage, an dem ein Schwimmkörper hängt, durch Gewichte soweit beschwert, dass letzterer stets gleich weit in einen Cylinder eintaucht, der bis zu bestimmter Marke mit den zu prüfenden Flüssigkeiten gefüllt wird. Je schwerer die Flüssigkeit, um so mehr Gewichte müssen angehängt werden, denn um so stärker ist der Auftrieb.

Der Balken hat eine Eintheilung in 10 Theile, bei jedem Theilstriche ist eine Kerbe. Wir verfügen über dreierlei Gewichte:

$$A = A_1 = A_2;\ B = {}^1/_{10}\ A;\ C = {}^1/_{100}\ A;\ D = {}^1/_{1000}\ A.$$

Erst wiegen wir mit den A-Gewichten; ist die Flüssigkeit schwerer als Wasser, so kommt A_2 an's Ende des Balkens und noch ein A-Gewicht auf eine Kerbe, dort Zehntel angebend; ist die Flüssigkeit leichter als Wasser, so bleibt A_2 weg. Ist auf Zehntelgramme genau gewogen, d. h. z. B. wenn A auf 3 aufsitzt, das Gewicht zu leicht, auf 4 zu schwer, so lässt man *A* auf 3, und sucht nun *B*, das die zweite Decimale bedeutet, so auf eine Kerbe zu setzen, dass das Gewicht noch etwas zu leicht ist; hierauf wird *C* so angehängt, dass die Wage in Ruhe, d. h. die Spitze des kurzen Balkenarmes der mittleren Spitze des Metallbogens gegenüber steht (Fig. 13 *J*). Bei einer feinen Westphal'schen Wage ist noch ein Gewicht *D* vorhanden, mit dem sich die vierte Decimale des Gewichtes bestimmen lässt. Die Figur 14 giebt an einigen Beispielen alle weiteren Erklärungen.

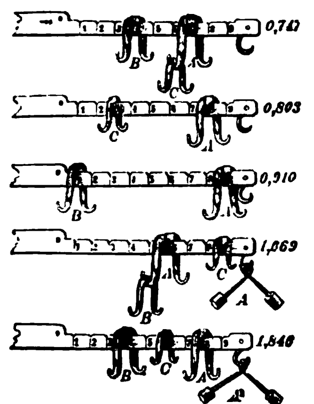


Fig. 14.
Ablesungsbeispiele zur Westphal'schen Wage.

Bei jeder Bestimmung soll der Schwimmer in der Nullage gerade bis zu der gedrehten Stelle des Aufhängeplatindrahts eintauchen. Wenn man die Wage aufstellt, bestimmt man sich ein für alle Mal das Niveau, bis zu welchem man das kleine beigegebene Standgefäss zu füllen hat, damit obige Bedingung erfüllt ist, durch einen Strich mit dem Schreibdiamant.

Das spec. Gewicht von Fetten und Wachsarten bestimmt man, indem man sich Kügelchen aus denselben giesst und das spec. Gewicht einer Mischung von Wasser und Alkohol (leichter als 1) oder Wasser und Glycerin event. auch etwas Kochsalzlösung bestimmt, in der sie gerade schwimmen. Die Kügelchen erhält man durch Eintropfen des flüssig gemachten Fettes aus 2—3 cm Höhe in kalten 60—90⁰/₀igen Alkohol, der in einer Glasschale mit ebenem Boden ca. 2 cm hoch steht. Mit einem Löffel bringt man die erhaltenen fast vollkommen runden Kugeln in die Schwimmflüssigkeit, durch Zugiessen einer Mischung von Wasser und wenig Alkohol, oder Alkohol und wenig Wasser, resp. geeigneten Glycerinmischungen erhält man eine Flüssigkeit vom gewünschten Gewichte. Dieselbe wird, wenn die Kügelchen eben in Mitte der bewegten Flüssigkeit ohne aufzusteigen oder unterzusinken ruhig schwimmen, durch Wolle oder Glaswolle filtrirt und mit der Westphal'schen Wage gewogen, vgl. Hager, pharm. Centralhalle XX, 132. In neuerer Zeit bestimmt man das Gewicht von Fetten häufig bei 100°, vgl. Butter. Specifisches Gewicht von Fetten.

4. Prinzipien der quantitativen Analyse.

§ 21. Während es für den Nachweis einer Substanz meistens genügt (nöthigenfalls nach einigen vorbereitenden Operationen) den Niederschlag oder die Farbenveränderung zu beobachten, die auf Zusatz geeigneter Reagentien eintreten, bedarf die quantitative Bestimmung umständlicherer Arbeit. Prinzipien d. quantitativ. Analyse.

Zwei Hauptmethoden der quantitativen Bestimmung verwendet die Chemie: 1. die Gewichtsanalyse; 2. die Maassanalyse; daran schliessen sich an 3. die optischen Analysen: die Kolorimetrie, die quantitative Spektralanalyse, die Bestimmungen durch den Polarisationsapparat.

1. Die Gewichtsanalyse.

Direkte Wägung.

§ 22. Der einfachste Fall der Gewichtsanalyse ist der, dass man durch Erwärmen das Lösungsmittel einer Substanz entfernt und den trockenen Rückstand wiegt. — In anderen Fällen (Wasserbestimmung z. B.) schliesst man auf die Menge der gesuchten Substanz aus dem Gewichtsverluste (Wasserabnahme beim Trocknen). Sehr einfach ist auch die Methode, dass man die gesuchte Substanz (wir wollen sie im folgenden stets x nennen) durch irgend ein Lösungsmittel aus dem Gemenge isolirt, extrahirt und sie dann nach dem Entfernen des Lösungsmittels als solche wiegt. So extrahirt man z. B. durch Aether leicht alles Fett (und bis auf Spuren anderer Körper nur das Fett) aus einem Stücke zu analysirenden Fleisches; nach Verjagung des Aethers bleibt reines wägbares Fett zurück.

Quantitative Extraktion.

Quantitative Abscheidg. als charakteristische Verbindung.

Gewöhnlich aber lässt sich die Substanz x nicht als solche, sondern nur in der Form einer Verbindung von charakteristischen Eigenschaften gewinnen. So bestimmen wir Schwefelsäure gewöhnlich als Baryumsulfat, Kupfer als Kupfersulfür oder Metall, Silber als Chlorsilber, Phosphorsäure beziehungsweise Magnesium als pyrophosphorsaures Magnesium u. s. f. Diese Verbindungen stellen wir deswegen dar, weil sie selbst oder die Verbindungen, aus denen sie hervorgingen, durch besondere Eigenschaften, namentlich Löslichkeitsverhältnisse, eine Abtrennung von anderen gleichzeitig vorhandenen Substanzen durch Filtriren gestatten. Selbstverständlich müssen wir, nachdem wir diese Verbindungen abgetrennt, getrocknet und gewogen haben, aus ihrer Menge die Menge der gesuchten Substanz (z. B. Schwefelsäure, oder Baryum, oder Kupfer) ermitteln, was leicht ist, da chemische Verbindungen stets in genau gleicher Weise nach Atomgewichten zusammengesetzt sind (Stöchiometrie).

Wenn wir hier alles Theoretische unterdrücken, so geben für uns in den chemischen Formeln die Atomzeichen an, welche Elemente und welche Mengen von jedem in einer Verbindung enthalten sind.

So stellt z. B. das Chlorsilber $Ag\,Cl$ eine Verbindung dar, in der ein Atom Silber mit einem Atom Chlor verbunden ist, resp. 107,7 Gewichtstheile Silber mit 35,4 Gewichtstheilen Chlor. Oder es enthalten 143,1 g Chlorsilber, 107,7 g Silber und 35,4 g Chlor, woraus sich leicht berechnet, dass in 100 Th. Chlorsilber stets 76,37% Silber und 24,73% Chlor enthalten sind. Im Baryumsulfat $Ba\,SO_4$ kommen auf 136,9 g Baryum 32 g Schwefel und $4 . 16 = 64$ g Sauerstoff, oder es enthält 58,8% Baryum, 27,5% Schwefel, 13,7% Sauerstoff. Es entspricht aber 136,9 g $Ba\,SO_4$ auch 98 g $H_2\,SO_4$ $[(2 . 1) + (1 . 32) + (4 . 16)]$ oder 80 g SO_3 $[(1 . 32) + (3 . 16)]$.

Es ist für die Bestimmung einer Substanz ganz gleich, in welcher Verbindung wir sie isoliren, wenn nur diese Verbindung vollständig abscheidbar, ohne Zersetzung zu trocknen, wägbar und von genau bekannter Zusammensetzung ist.

Quantitative Bestimmung durch Wägung eines charakterist. Reaktionsproduktes.

In anderen Fällen verzichtet man darauf, die Substanz frei oder in einer Verbindung zum Wiegen zu erhalten, und man begnügt sich, das Produkt zu wiegen, das durch Einwirkung der fraglichen Substanz auf eine andere entsteht, und dann aus dem Produkte auf die Menge des gesuchten Körpers zu schliessen.

So wiegen wir bei der gewöhnlichen Methode der Zuckerbestimmung das Kupfer, das der Zucker aus einer alkalischen Kupfersulfatlösung als Kupferoxydul fällte. Die gewogene Kupfermenge lässt einen ganz genauen Schluss auf die ursprünglich vorhandene Zuckermenge zu. (Näheres bei Zuckerbestimmung.)

Prinzip der Gewichtsanalyse.

Das gemeinsame an all diesen Verfahren ist, dass zu einer unbekannten Menge Substanz x eine unbekannte (meist überschüssige) Menge Reagens gesetzt wird und dass aus dem gewogenen Endprodukte der Reaktion dann x direkt gefunden oder berechnet wird. Die Gewichtsanalyse setzt also stets eine feine Wage voraus.

2. Die Titrirmethode. (Volumetrische Analyse. Maassanalyse.)

§ 23. Ist auch ohne Wage überhaupt eine vielseitigere, hygienische Untersuchungsthätigkeit unmöglich, so gestattet doch die Titrirmethode wenigstens viele wichtige Untersuchungen auszuführen, ohne dass dazu der fortwährende Besitz einer Wage nöthig wäre.

Prinzip der volumetrischen Analyse.

Die Titrirmethode beruht auf folgendem Gedanken: Um eine in Lösung befindliche Verbindung x in eine andere y umzuwandeln, ist eine (der Menge von x proportionale) Reagensmenge z erforderlich. Kennen wir z, sowie ihren Gehalt an dem Reagens, so berechnet sich daraus x.

Bedingung. für die Möglichkeit einer Titrirung.

Wie man sieht, verlangt die Ausführung einer solchen Bestimmung (Titrirung) die Erfüllung folgender Bedingungen:

1. Die zu untersuchende Substanz muss in einer Flüssigkeit klar gelöst sein, die sich mit der Reagensflüssigkeit mischt — wir verwenden fast stets wässerige, sehr selten alkoholische Lösungen.

2. Wir müssen eine Reagens-(Titrir)-Flüssigkeit von genau bekanntem Gehalt (Titer) haben, zu deren erster Herstellung wir allerdings einer Wage bedürfen.

3. Wir müssen oft ein besonderes Mittel (Indikator) haben, um zu erkennen, dass wir von der Titrirflüssigkeit eben genug zugesetzt haben, um die gewollte vollständige Umsetzung von x zu erreichen.

Vortheile der Titrirmethode gegenüber d. Wägemeth.

Sind diese drei Bedingungen erfüllbar, so ist eine Titrirung möglich, deren Vortheile gegenüber der Wägung folgende sind:

1. Da für jede Titrirmethode nur eine oder wenige titrirte Lösungen zu beschaffen sind, die man im Nothfalle käuflich beziehen kann, so sind zahlreiche Untersuchungen auch für den, der keine Wage besitzt, ausführbar.

2. Die Methode arbeitet ausserordentlich rasch, sicher und billig und vielfach — namentlich, wenn es sich um die Bestimmung sehr kleiner Mengen handelt — sogar genauer als die Gewichtsanalyse.

Aus diesen Gründen hat sich ein Jeder auf das sorgfältigste mit ihr vertraut zu machen.

Bereitung d. Titerflüssigkeit.
a) direkt.

§ 24. Zur Ausführung der Methode bedarf man vor allem der Lösung des Reagens von gewünschtem Gehalte. Im einfachsten Falle wird sie durch direktes Abwiegen eines Körpers auf einem Uhrglase und Auflösen desselben in destillirtem Wasser gewonnen. Zur Herstellung der Lösung nimmt man am besten einen Messkolben, d. h. einen langhalsigen am Halse mit einer Marke[1]) 1000, 100, 50 etc. versehenen Kolben, stellt ihn auf einen Bogen Glanzpapier, setzt in seine Mündung einen engen kleinen Glastrichter, giebt die abgewogene Substanz darauf (es fällt dabei, wenn das Trichterrohr eng war, nur sehr wenig

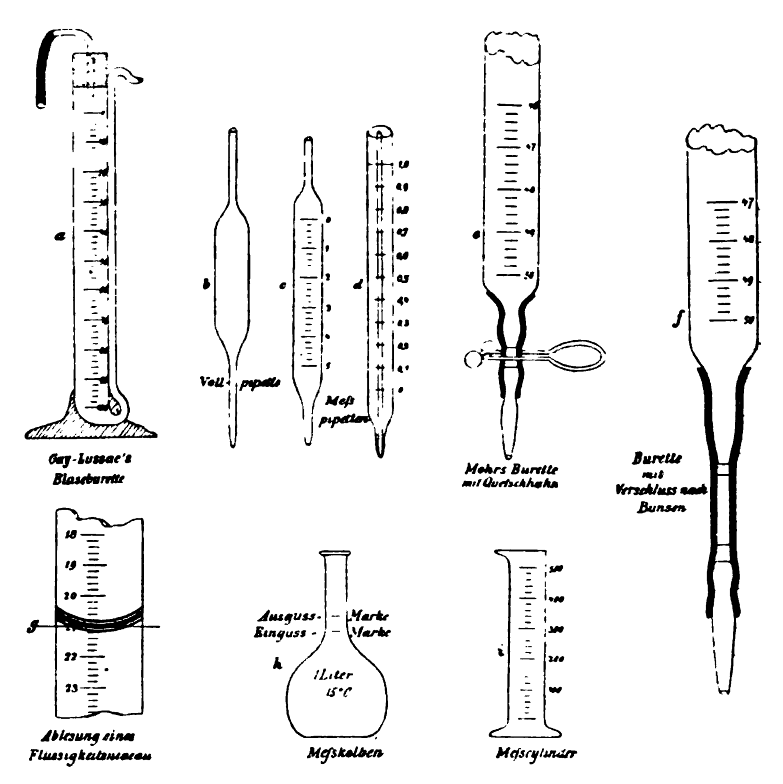


Fig. 15.
Apparate zur Titrirung.

durch) und giesst nun langsam kaltes (bei schwer löslichen Substanzen warmes) Wasser in den Trichter, wobei man gleichzeitig das Uhrglas und nach Lösung der Substanz den Trichter ausspült. Sollten einige Körnchen der

[1]) Meist haben solche Kolben zwei Marken. Die tiefere „Eingussmarke" bedeutet: bis hierher reicht ein eingegossener Liter; diese Marke ist bei Anfertigung von Lösungen im Kolben zu verwenden. Die höhere „Ausgussmarke" giebt an, bis wohin man den Kolben füllen muss, um 1 Liter herausgiessen zu können; sie dient, wenn man in ein grösseres Gefäss mehrere Liter einmessen will.

Substanz daneben auf das Papier gefallen sein, so sammelt man sie mit einer Federfahne und fügt sie zum Kolbeninhalt. Man schüttelt gut um und füllt, wenn alles gelöst und auf 15° abgekühlt ist, zur Marke auf.

In anderen Fällen kann die Titrirflüssigkeit nicht direkt hergestellt werden, weil man die zu lösende Substanz nicht so rein, so unersetzt, so trocken etc. erhalten kann, als zur Anfertigung einer genauen Lösung nöthig ist. Hier haben mancherlei Kunstgriffe und Umwege Platz zu greifen. b) indirekt.

So stellt man z. B. eine Kalilauge, die 56 g Kaliumhydroxyd in 1 Liter enthält, nicht so her, dass man von dem niemals von Verunreinigungen freien käuflichen Kalihydrat 56 g abwiegt und zu 1 Liter auflöst, sondern man löst vielleicht 65 g und verdünnt nun so lange, bis 10 cbcm. gerade 10 cbcm. Oxalsäure sättigen, die 63 g Oxalsäure in 1 Liter enthält. Denn 63 g Oxalsäure binden gerade 56 g Kaliumhydroxyd, wie aus den Molekulargewichten folgt.

Die titrirte Lösung kommt in eine in $^1/_{10}$ cbcm getheilte Röhre, Bürette (Fig. 15) genannt, die unten etwas ausgezogen mit einem Kautschukschlauche mit Glasspitze versehen und durch einen Quetschhahn verschlossen ist (Mohr). Praktisch ist auch der Verschluss nach Bunsen durch ein rundgeschmolzenes kurzes Stückchen Glasstab, das den Schlauch vollkommen abschliesst (Fig. 15 *g*); durch Aufheben einer vertikalen Falte über dem Glasstabe kann man die Flüssigkeit bequem und exakt ausfliessen lassen, und der Schlauch leidet nicht durch eine Klemme. Glashähne an Büretten sind für Flüssigkeiten, die Kautschuk angreifen (z. B. starke Laugen), angenehm aber theuer und etwas schwieriger zu handhaben. Die Büretten werden senkrecht eingespannt, bis zu einer bestimmten Marke gefüllt, nachdem man durch mehrmaliges energisches Oeffnen des Hahnes, event. durch kurzes Abnehmen des Hahnes und Komprimiren des Schlauches etwaige Luftblasen aus der Bürettenspitze vertrieben. Beim Ablesen des Standes einer Bürette berücksichtigt man stets den untersten Punkt des dunkeln Flüssigkeitsmeniscus; nur bei dunkelfarbigen Flüssigkeiten, wo der unterste Punkt schwer abzulesen ist, liest man den obersten ab. Die Augen müssen dabei stets im Niveau der abzulesenden Flüssigkeit sein. Man beobachtet immer, indem man durch die Bürette gegen eine helle Fläche sieht. Büretten.

Nun bringt man von der zu untersuchenden Flüssigkeit eine exakt mit einer Saugpipette[1]) abgemessene Menge von, je nach Umständen, 10—100 cbcm in ein Becherglas, setzt ev. den Indikator zu und die Titrirung kann beginnen. Die Anwendung der Pipetten ist sehr leicht: man hält sie unten in die Flüssigkeit, während man mit dem Munde oben saugt. Ist die Pipette bis etwa 1 cm über die obere Marke vollgesaugt, so verschliesst man oben rasch mit dem Zeigefinger (nicht Daumen), nachdem man bei grossem Pipetteninhalt einen Moment oben mit der Zungenspitze unten mit dem Finger verschloss. Indem man Pipetten.

[1]) Flüssigkeiten, die gefährlich wirkten, wenn sie in den Mund kämen (z. B. starke Säuren und Laugen) saugt man auf, indem man über das Mundstück der Pipette einen Kautschukschlauch zieht und an diesem saugt.

nun leichte drehende Bewegungen mit dem Zeigefinger macht, lässt man vorsichtig in kleinen Tröpfchen den Pipetteninhalt bis zur Marke ausfliessen, verschliesst dann fest, (wischt die Spitze leicht aussen mit reiner Hand ab) und lässt hierauf den Pipetteninhalt möglichst vollständig in ein Becherglas abfliessen. Bleiben noch Tröpfchen in der Pipette hängen, so kann man dieselben theilweise noch entleeren, indem man die Pipette mit einem Finger verschliesst und der vollen anderen Hand umfasst; die erwärmte Innenluft treibt dann noch etwas Inhaltrest aus. Auch durch Abstreifen der Spitze an der Glaswand sucht man die Pipette vollständig zu entleeren. Niemals soll in eine Pipette geblasen werden.

Sehr angenehm sind Pipetten, die $^1/_2$ — 1 cm von der Ausflusspitze entfernt, eine zweite Marke tragen, bis zu welcher die Pipette entleert werden muss, um genau den angeschriebenen Inhalt abzugeben; man ist dann nie im Zweifel darüber, ob man etwa einen zu grossen Tropfen in der Pipette zurückgelassen habe, muss aber stets einige Zeit warten, bis sich die von den Wandungen abfliessende Lösung vollständig über der unteren Marke gesammelt hat.

Titrirung.

§ 25. Jetzt beginnt die **Titrirung**. Zu dem in ein Becherglas abgemessenen Pipetteninhalt lassen wir aus der Bürette solange Titrirflüssigkeit zufliessen, bis die gewünschte Umsetzung geschehen ist. Woran wir diesen Punkt erkennen, mögen folgende Beispiele zeigen:

Die Farbenänderung der Flüssigkeit selbst dient als Indikator.

Salpetersäure können wir quantitativ mittelst Titrirung bestimmen durch die Mengen blauen Indigo's, die sie zu entfärben vermag. Lassen wir also in unser Salpetersäure enthaltendes Kölbchen (Näheres siehe bei „Wasser") Indigolösung fliessen, so werden wir dann genug zugesetzt haben, wenn eben die Flüssigkeit anfängt bläulichgrün zu bleiben, d. h. wenn weiterer Indigo nicht mehr zersetzt wird, weil alle Salpetersäure verbraucht ist. Hier dient die Titrirflüssigkeit selbst als Indikator. Aus der verbrauchten Anzahl cbcm Indigolösung lässt sich leicht die Salpetersäure berechnen.

Es ist Indikatorzusatz nöthig.

Wollen wir eine reine wässerige Lösung von **Schwefelsäure** auf ihren Gehalt an letzterer untersuchen, so geschieht dies auf's leichteste, indem wir eine wässerige Natronlauge von bekanntem Gehalte an Na OH zusetzen, bis alle Schwefelsäure in schwefelsaures Natron verwandelt ist, nach der Gleichung

$$H_2SO_4 + 2\,NaOH = Na_2SO_4 + 2\,H_2O$$

Wie die Rechnung ergiebt:

H_2 =	2	Na =	23
S =	32	O =	16
O_4 = 4 . 16 =	64	H =	1
	98		40

binden 98 g Schwefelsäure zweimal 40 g Natriumhydroxyd; wenn wir also z. B. eine Lösung von 40 g Natriumhydroxyd in 1 Liter (sogenannte Normalnatronlauge vgl. § 27) anwenden, enthält 1 cbcm = 0,04 g Na OH und sättigt $\frac{0,098}{2}$ g = 0,049 g H_2SO_4. Den Punkt der Sättigung erkennen wir aber hier ohne Kunstgriff nicht, da Natronlauge, Schwefelsäure und ihr Umsetzungsprodukt schwefelsaures Natron alle gleich farblos und wasserlöslich sind. Setzen wir aber einige Tropfen Lackmustinktur als **Indikator** zur Schwefelsäure, so färbt sie sich roth, welche Farbe in violett übergeht, sowie das letzte Molekül Schwefelsäure an Natronlauge gebunden ist, in blau, sowie auch nur der geringste Ueberschuss von Natronlauge vorhanden ist. Im Augenblicke der Violettfärbung hören wir mit Natronzusatz auf, lesen die verbrauchte Menge a ab und wissen nun, dass in unserem Becherglase $a \times 0,049$ g Schwefelsäure vorhanden waren.

Diese Beispiele werden zum Verständnisse des Prinzips der Titration genügen. Es würde zu weit führen und doch nicht mehr erklären, wenn hier noch die verschiedenen anderen Hauptmethoden der Titration, die oxydimetrische, die jodometrische etc. in allgemeinen Umrissen besprochen würden; was von diesen Methoden für die Hygiene nöthig ist, findet sich in dem speziellen Theile.

§ 26. Anhang zu § 25: Die wichtigsten Indikatoren der Acidimetrie. Indikatoren.

1. Lackmustinktur. Die käuflichen blauen Lackmuswürfelchen und -Kügelchen bestehen aus Gips und Kreide, die mit der blauen Alkaliverbindung des in freiem Zustande rothen Lackmusfarbstoffes getränkt sind. Zur Bereitung von Tinktur extrahirt man die Masse erst mit starkem Alkohol, der verunreinigende Farbstoffe aufnimmt und weggegossen wird. Jetzt digerirt man den Rückstand mit heissem Wasser, färbt das Filtrat mit einigen Tropfen Schwefelsäure roth, setzt Barytwasser bis zu kräftig blauer Färbung zu, fällt den Barytüberschuss durch Einleiten von Kohlensäure, verjagt die überschüssige Kohlensäure durch Kochen und filtrirt. Die violette neutrale Lösung wird in Flaschen aufbewahrt, die nur mit einem Baumwollpfropf verschlossen sind. In verschlossenen Flaschen findet Reduktion, resp. Entfärbung des Farbstoffes durch Pilzentwickelung statt. Bequemer ist es, käuflichen reinen Lackmusfarbstoff (Azolithmin oder Lackmoid) in Wasser zu lösen. Lackmus.

Sehr vielfach wendet man auch Lackmuspapier an, d. h. Filtrir- oder Postpapierstreifchen, die mit Lackmustinktur getränkt und getrocknet worden sind. Am besten ist violettes d. h. neutrales Lackmuspapier; vor stark roth oder blau gefärbtem ist zu warnen, weil solches wegen Gehalt an überschüssiger Säure oder Alkali wenig empfindlich reagirt.

Säuren, auch Kohlensäure, färben roth, die meisten sauren Salze röthen ebenfalls. Alkalien färben blau. Zur Titrirung von Salzen der Borsäure und des Magnesiums ist Lackmus unbrauchbar.

2. Kurkumapapier. Käuflich. Das gelbe Papier wird durch Säuren (ausser Borsäure) nicht verändert, durch Spuren von Alkalien (auch Ammoniak) wird es braun. Es ist ein sehr empfindliches Reagens auf Borsäure, durch welche eine Ziegelrothfärbung entsteht, vgl. „Konservirungsmittel“. Kurkuma.

3. Rosolsäure (Korallin). Eine 1%ige Lösung in verdünntem Alkohol, von gelbröthlicher Farbe. Säuren (auch Kohlensäure) und saure Salze entfärben die Rosolsäure zu einer gelblichen oder farblosen Flüssigkeit, Alkalien färben rosa bis karminroth. Man setzt stets nur ein paar Tropfen des Reagens zu der zu titrirenden Flüssigkeit. Rosolsäure.

4. Phenolphthaleïn. 3 g in 100 cbcm wässrigen Alkohols gelöst. 2 Tropfen des Indikators werden zu 100 cbcm der zu titrirenden Flüssigkeit gesetzt. Spuren freier Aetzalkalien oder Erdalkalien färben intensiv rothviolett, Ammoniak nur bei grossem Ueberschusse. Säuren (auch Kohlensäure) und saure Salze lassen den Indikator farblos, resp. entfärben im Ueberschusse. Phenolphtaleïn.

5. Kongopapier. Alkalien, neutrale und saure Salze ändern die rothe Farbe nicht, freie Säuren (namentlich Mineralsäuren, aber auch Essigsäure) färben blau. Kongo.

6. Poirrier's Orange III = Dimethylanilindiazobenzolsulfosäure. Meist als Methylorange bezeichnet. Wird von Alkalien gelb, von Säuren roth gefärbt, aber nicht von Kohlensäure (und nur bei grossem Ueberschusse von Oxalsäure). Versetzt man eine reine Lösung von Karbonaten der Alkalien mit einer Mineralsäure und Rosolsäure, so tritt schon nach geringem Zusatze von Mineralsäure eine Gelbfärbung auf, bedingt durch freigemachte Kohlensäure, die man konstant durch Kochen austreiben muss, wenn man Methylorange.

aus dem Mineralsäureverbrauche einen richtigen Schluss auf die Menge der Karbonate ziehen will. Mit Methylorange als Indikator kann man in der Kälte die Karbonate zersetzen, die freie Kohlensäure wirkt nicht auf die gelbe Farbe ein, die, erst wenn etwas Mineralsäure im Ueberschusse da ist, in Roth übergeht.

Normallösungen.

§ 27. Normallösungen. Lösungen einwerthiger Körper, die in 1 Liter bei chemischen Elementen das Atomgewicht, bei chemischen Verbindungen das Molekulargewicht der betreffenden Substanz in Grammen enthalten, nennt man Normallösungen; enthalten sie das fünffache, $^1/_{10}$ u. s. f., so spricht man von fünffach, resp. einzehntel Normallösungen; so enthält z. B. Normaljodlösung 126,5 g Jod, Normalsalzsäure 36,4 g Chlorwasserstoff in 1 Liter. Sollen Normallösungen mehrwerthiger Verbindungen angefertigt werden, so muss das Molekulargewicht durch die Zahl der Werthigkeiten (Valenzen) dividirt werden.

So enthält z. B. von zweiwerthigen Verbindungen 1 Liter Normallösung:

Schwefelsäure: $\frac{SO_4 H_2}{2} = \frac{98}{2} = 49$ g $H_2 SO_4$, resp. 40 g SO_3

Oxalsäure: $\frac{C_2 O_4 H_2 + 2 H_2 O}{2} = \frac{126}{2} = 63$ g

Baryumhydroxyd: $\frac{Ba(OH)_2}{2} = \frac{170,9}{2} = 85,5$ g $Ba(OH)_2 = 76,5$ g Ba O

Calciumhydroxyd: $\frac{Ca(OH)_2}{2} = \frac{74}{2} = 37$ g $Ca(OH)_2 = 28$ g Ca O.

Durch diese Einrichtung entspricht 1 cbcm von jeder Säure von beliebiger Werthigkeit 1 cbcm von jedem Alkali.

Empirische Lösungen.

Man arbeitet übrigens nicht immer mit Normallösungen, sondern vielfach mit rein empirischen Konzentrationen, wie sie im Augenblicke gerade am bequemsten erscheinen, z. B. statt mit einer Chlornatriumlösung, die 58,5 g im Liter oder einen Bruchtheil davon enthält, gelegentlich mit einer Lösung, die pro Liter 1 g Chlor, 1 g Chlornatrium oder auch 1 g Chlorwasserstoffsäure entspricht, je nach dem Zwecke, den man verfolgt.

3. Kolorimetrische Methoden.

Prinzip.

§ 28. Eine Anzahl von Substanzen, z. B. Eisen, Ammoniak, salpetrige Säure hat die Eigenschaft, schon in kleinsten Mengen mit passenden Reagentien versetzt, kräftige Färbungen hervorzubringen; die Stärke der Färbung ist der Substanzmenge annähernd proportional.

Ausführung.

In folgender Weise hat man hierauf quantitative Methoden gegründet: Man verschafft sich einige gleichweite (ca. 2 cm) Cylinder von farblosem Glase, die bei 100 cbcm eine Marke tragen. In einen derselben füllt man 100 cbcm von der zu untersuchenden Flüssigkeit, in die anderen verschieden starke wässerige Lösungen des zu bestimmenden Körpers. Jetzt setzt man zu den gleich hohen Flüssigkeitsschichten gleiche Mengen des geeigneten Reagens und vergleicht

nach Umschütteln die Färbungen, indem man senkrecht durch die Cylinder auf eine weisse Unterlage blickt. Hat man nach einigem Probiren, vielleicht auch nach Verdünnen der zu prüfenden Flüssigkeit, Farbengleichheit zwischen derselben und einer Vergleichsprobe erzielt, so ist der gesuchte Gehalt ohne weiteres bekannt. Steht nur wenig Flüssigkeit zu Gebote, so kann die kolorimetrische Analyse auch in gleichweiten Reagensgläsern zur Noth vorgenommen werden. Einhalten einer bestimmten Versuchsdauer ist oft nöthig. Ein ausführliches Beispiel siehe bei der Ammoniakbestimmung im Trinkwasser.

Empfehlenswerth sind die Hehner'schen Cylinder, zwei genau gleiche Messcylinder mit ebenem Boden und Abflusshahn unten, die 105 cbcm fassen. In den einen Cylinder bringt man 100 cbcm Wasser, in den anderen 100 cbcm Vergleichsflüssigkeit, zu beiden gleichviel Reagens. Nun mischt man durch Umrühren oder Umschütteln und lässt aus dem Cylinder mit stärker gefärbten Inhalt so lange ausfliessen, bis beim Durchblicken von oben Farbengleichheit besteht. Natürlich müssen die Farbenintensitäten in den beiden Cylindern schon vor dem Ausfliessenlassen nicht allzu verschieden sein, sonst wird der Versuch zu ungenau. Die Berechnung zeigt ein Beispiel: 99 cbcm destillirtes Wasser + 4 cbcm einer Eisenlösung, die 1 mg Eisen in 1 cbcm enthält, färben sich nach Zusatz von $^1/_2$ cbcm konz. reiner Salzsäure und 1 cbcm Ferrocyankalium stärker blau als 100 cbcm Wasser, das durch richtige Behandlung (Eindampfen, behandeln mit Kaliumchlorat und Salzsäure, vgl. Eisenbestimmung) aus 500 cbcm Brunnenwasser erhalten wurde nach Zusatz gleicher Mengen Reagens. Als die Vergleichslösung bis auf 70 cbcm ausgeflossen war, bestand beim Durchblick von oben Farbengleichheit. **Hehner's Cylinder.**

$\frac{4.70}{105}$ = 2,66 mg Eisen sind in den 70 cbcm Vergleichslösung, also auch in den 100 cbcm eingedampften Wassers; da dasselbe aber 500 cbcm ursprünglichen Wassers entsprach, so enthielt 1 Liter 5,3 mg Eisen. — Theuere Kolorimeter finden in der Hygiene bisher kaum Verwendung.

Ueber quantitative Spektralanalyse, die ja im Wesentlichen auch eine kolorimetrische Methode ist, vgl. die Notiz in § 15.

4. Quantitative Bestimmungen mittelst Cirkumpolarisation.

§ 29. Viele Substanzen haben in ihren Lösungen die Eigenschaft, die Schwingungsebene eines polarisirten Lichtstrahles zu drehen, und seit lange benützt man diese Eigenschaft zu quantitativen Bestimmungen. Die einfachsten Cirkumpolarisationsapparate sind folgendermassen eingerichtet (Mitscherlich): Natriumlicht passirt, durch ein Nicol'sches Prisma polarisirt, eine mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllte Röhre und trifft dann auf ein zweites Nicol'sches Prisma. So lange die Röhre leer ist, ist die Dunkelheit beim Durchblicken durch den Okularnicol am grössten, wenn die Achsen der beiden Nicols gekreuzt stehen. Ist der polarisirte Lichtstrahl durch die Flüssigkeit nach rechts gedreht, so muss auch der Okularnicol ebenso stark nach rechts gedreht werden, bis wieder das Dunkelheitsmaximum erreicht ist, eine Gradeintheilung lässt die Grösse der Drehung des Okularnicols ablesen. **Einfachste Apparate.**

Beliebt ist jetzt vielfach als billiges und doch relativ genaues Instrument der „Halbschatten Mitscherlich“ von Schmidt und Haensch.

Die Beobachtung geschieht hier durch ein kleines Fernrohr, die Ablesung der Drehung mit einem Nonius und zwar wird nicht auf grösste oder geringste **Halbschatt. Mitscherlich.**

Helligkeit des Gesichtsfeldes eingestellt, sondern auf gleiche Helligkeit beider Gesichtsfeldhälften. Das Gesichtsfeld erscheint nämlich vertikal getheilt, dadurch dass vor der einen seitlichen Hälfte des Polarisatornicols eine Quarzplatte angebracht ist. Als Lichtquelle dient auch hier eine Natriumflamme.

Apparate von Wild u. Soleil-Ventzke.

Grössere Apparate. Im Wild'schen beobachtet man, wie weit man den Analysator aus der Ruhelage (45^0 gegen den Polarisator gedreht) drehen muss, um Interferenzstreifen verschwinden zu sehen, die in zwei vorgesetzten eigenthümlich geschliffenen Quarzplatten durch das Einsetzen der mit Flüssigkeit gefüllten Röhre auftreten. — Bei dem Apparat von Soleil-Ventzke wird in die Bahn des durch die Flüssigkeit abgelenkten polarisirten Lichtes eine Quarzschicht von solcher Dicke eingefügt, dass letztere diese Ablenkung eben kompensirt. Zwei sich durch Schrauben verschiebende Quarzkeile lassen eine beliebige Schichtdicke des Quarzes herstellen. Die Kompensation ist vollendet, wenn die beiden Gesichtsfeldhälften den gleichen Farbenton zeigen.

Eingehendere Beschreibung und theoretische Erklärung dieser theueren Apparate bieten die grösseren Lehrbücher der Physik, und die beim Ankauf beigegebenen Gebrauchsanweisungen.

Ausführung.

Alle mit dem Polarisationsapparate zu untersuchenden Flüssigkeiten müssen klar und höchstens blass gefärbt sein; man arbeitet meist mit Flüssigkeit von 15^0 unter Anwendung eines Rohres von 200 mm Länge, das exakt (ohne Luftblase) zu füllen ist. Sind gleichzeitig Körper zugegen, die in entgegengesetztem Sinne den Lichtstrahl ablenken (z. B. Eiweiss und Traubenzucker), so ist die Polarisation nach Entfernung resp. Umwandlung des einen zu wiederholen vergl. auch Wein).

Ausrechnung.

Häufig ist die Rohrlänge so eingerichtet (198,4 statt 200 bew. 220 mm), dass man direkt Prozente Traubenzucker (bei Drehung nach rechts) oder Eiweiss (bei Drehung nach links) ablesen kann, vorzuziehen ist es aber entschieden, einen Apparat zu besitzen, der mit der normalen Rohrlänge zu arbeiten gestattet.

§ 30. Die Grösse der beobachteten Ablenkung α hängt ab von:

$[\alpha]$ = der specifischen oder Molekulardrehung d. h. die Ablenkung durch eine 1 dm lange Flüssigkeitsschicht, die in 100 g Wasser 100 g Substanz enthält.

l = der Rohrlänge in Decimetern,

p = dem Prozentgehalt, d. h. wieviel g Substanz in 100 g Wasser,

d = dem spec. Gewicht der Lösung,

resp. c = Konzentration, d. h. wieviel g Substanz in 100 cbcm Lösung,

$$[\alpha] = \frac{100.\alpha}{l.p.d} = \frac{100.\alpha}{l.c} \text{ oder } p = \frac{100.\alpha}{l.d.[\alpha]}; c = \frac{100.\alpha}{l.[\alpha]}$$

Gewöhnlich giebt man $[\alpha_D]$ d. h. die specifische Drehung für gelbes Licht von der Wellenlänge der D-Linie an; für Licht von anderer Wellenlänge

ist $[\alpha]$ oft nicht unwesentlich verschieden. Drehung nach rechts bezeichnet man mit dem Vorzeichen + nach links mit —.

Bei vielen Substanzen nimmt $[\alpha_D]$ längere Zeit nach dem Anfertigen der Lösung noch ab (Birotation). So erreicht z. B. eine Traubenzuckerlösung erst 30^h nach der Anfertigung ihr Drehungsminimum, das dann konstant bleibt. Als Erklärung wird angenommen, dass sich erst nach dieser Zeit die stärker drehenden Molekülgruppen in normal drehende Moleküle gespalten haben. Als praktische Regel folgt, dass alle zu Vergleichszwecken angefertigten Lösungen ca. 30^h stehen müssen. Vergl. Pribram, Berichte der deutschen chem. Gesellschaft XXI. Birotation.

Tabelle über die Grösse von $[\alpha_D]$ bei Temp. von 15 — 20° für einige wichtige Substanzen in verdünnten Lösungen (etwa bis 5 %): Tabelle.

Rohrzucker $C_{12}H_{22}O_{11}$		+ 66,5,
Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$		+ 54,0,
Maltose $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$		+ 140,8,
Traubenzucker = Dextrose $C_6H_{12}O_6$		+ 51,8,
Fruchtzucker Laevulose	bei höheren Temperaturen nimmt	— 100,
Invertzucker	die Drehung sehr stark ab	— 28.
Dextrin		+ 139 bis 213.
Serumalbumin		— 56.

Ausführlichere Angaben siehe: Beilage zum Chemikerkalender. Springer, Berlin. Jährlich in neuer Auflage. — Eine vortreffliche theoretische und praktische Darstellung des ganzen Gebietes bietet: Landolt, Das optische Drehungsvermögen etc. Braunschw. 1879.

5. Messen und Berechnen.

(Ergänzungen zu Kapitel 1—4.)

§ 31. In wissenschaftlichen Untersuchungen sind alle Grössen nach dem Metermaasse und zwar in folgenden gebräuchlichen Abkürzungen anzugeben. Metermaass.

Längenmaasse: 1 Meter (m) = 10 Decimeter (dm) = 100 Centimeter (cm) = 1000 Millimeter (mm). 10 m = 1 Dekameter (Dm), 100 m = 1 Hectometer (Hm), 1000 m = 1 Kilometer (km), 10 000 m = 1 Myriameter (Mm); 1 mm = 1000 Mikromillimeter oder 1000 Mikra (μ).

Flächenmaasse: 1 Quadratmeter = 1 qm oder □m = 100 Quadratdecimeter (qdm) = 10 000 Quadratcentimeter (qcm) = 1 000 000 Quadratmillimeter (qmm); 100 qm = 1 Ar (a), 100 a = 1 Hectar (ha).

Körpermaasse: 1 Kubikmeter (cbm) = 1000 Kubikdecimeter (cbdm) = 1000 Liter (l) = 1 000 000 Kubikcentimeter (cbcm) = 1 000 000 000 Kubikmillimeter (cbmm). — 50 l = 1 Scheffel (s). — Die Kubikcentimeter werden auch häufig ccm und cc abgekürzt.

Auch die Gewichtseinheit ist aus dem metrischen System abgeleitet; 1 cbcm Wasser bei 4° wiegt 1 Gramm (g) = 10 Decigramm (dg) = 100 Centigramm (cg) = 1000 Milligramm (mg). Gewichte.

1000 g = 1 Kilogramm (kg).
500 g = 1 Pfund (℔).
100 kg = 1 metrischer Zentner.
50 kg = 100 ℔ = 1 Zentner.

Die Reduktion einiger älterer deutscher und einiger ausländischer Maasse und Gewichte auf Metermaass ergiebt die Tabelle I.

Nonius.

§ 32. Sollen Längen sehr genau gemessen werden, so bedient man sich eines kleinen Apparates, der nach seinem ersten Erfinder, Nonius, oder seinem zweiten, Vernier, genannt wird. Derselbe besteht aus einem kleinen, neben der Hauptskala verschiebbaren Maasstab, dessen Eintheilung aber dadurch abweicht, dass auf ihm die Länge von 9 mm nicht in 9, sondern in 10 Theile getheilt wird. Es ist also jeder Theil des Nonius $^1/_{10}$ mm kleiner als ein Theil des Hauptmaassstabes (Fig. 16). Soll nun eine Messung ausgeführt werden, so verfährt man folgendermassen: Man legt wie gewöhnlich den Maasstab an das Objekt, in den seltensten Fällen wird das Ende des Objekts mit einem Maasstabtheilstriche genau zusammenfallen, in unserem Beispiele fällt es zwischen 18 und 19 (Fig. 17). Es besitzt demnach unser Objekt die Länge 18 Theilstriche und die Strecke a. Man schiebt nun das untere Ende des Nonius hart an das Objekt heran und beobachtet, welcher Noniustheilstrich mit einem der Hauptskala zusammenfällt, in unserem Beispiele ist es der vierte. a ist also = 0,4, indem die 4 Noniusskalentheile 1 bis 4 genau um 4 mal 0,1 Theilstriche kürzer sind als die 4 Theilstriche der Hauptskala von 18 bis 22. Es lässt sich so leicht auf $^1/_{10}$ mm genau messen, wenn auch der Maasstab nur in ganze mm getheilt ist. In der Mehrzahl der Fälle genügt es allerdings, die ganzen mm abzulesen und die Zehntel zu schätzen.

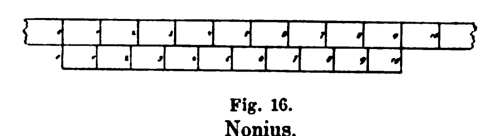


Fig. 16.
Nonius.

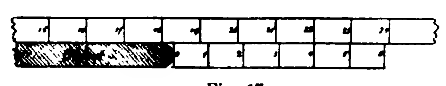


Fig. 17.
Nonius in Anwendung.

Mikroskop. Lägnenmessung.

§ 33. Mikroskopische Längenmessungen macht man mit Hilfe sogenannter Mikrometer, d. h. auf Glas geritzter feiner Maasstäbe, die z. B. in $^1/_{20}$ mm getheilt sind (vgl. Behrens).

Objektivmikrometer.

Objektivmikrometer sind auf den Objektträger oder das Deckglas selbst eingeritzt; da dieselben so stark wie das Objekt selbst vergrössert werden, so kann man einerseits mit ihnen direkt messen und braucht keine Rechnung vorzunehmen, andererseits sind sie aus dem gleichen Grunde nur zu gröberen Messungen brauchbar.

Okularmikrometer.

Zur Messung sehr kleiner Objekte bedient man sich der Okularmikrometer. Es sind dies in das Okular des Mikroskops (zwischen Okular- und Kollektivlinse) durch einen Schlitz einschiebbare oder einlegbare Glastäfelchen, die wieder eine feine Skala tragen. Beim Hineinsehen in's Mikroskop wird aber jetzt nur das Präparat durch Objektiv- und Okularlinsen stark vergrössert, die Mikrometertheilung nur schwach durch das Okular. Um zu ermitteln, welchen Werthen ein Theilstrich des Okularmikrometers entspricht, bedarf man eines zweiten (ev. geliehenen) Mikrometers, den man als Objekt benützt. Blickt man nun in's Mikroskop, so entsprechen z. B. 3 Theilstrichen des Objektiv-

mikrometers (von denen wir wissen, dass jeder z. B. = $^1/_{20}$ mm) 16 Theilstriche des Okularmikrometers. Es ist also bei der angewendeten Objektivlinse 1 Theilstrich des Okularmikrometers $= \frac{3}{20 \cdot 16}$ mm, d. h. = 0,00937 mm = 9,37 μ; für jedes Objektivsystem muss in dieser Weise ein- für allemal die Bedeutung eines Okularmikrometertheilstriches ermittelt und notirt werden.

§ 34. Ueber die Messung makroskopischer gerader Linien ist weiter nichts zu sagen, krumme Linien sind selten und oft schwer genau zu messen. Meist genügt es, einen gleichlangen Faden oder dünnen Draht exakt an die krumme Linie zu legen und dann diesen zu messen. Krumme Linien.

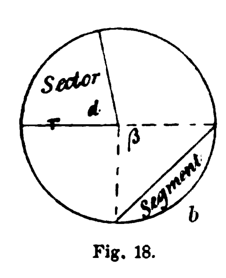


Fig. 18.

Den Umfang eines Kreises findet man am besten durch Rechnung nach der Formel: $2 . r . \pi$, wobei r den Radius oder Halbmesser, $\pi = 3{,}1416$ oder für approximative Rechnungen $= 3^1/_7$ resp. $\frac{22}{7}$ ist. Kreisumfang.

Ein Stück Kreisbogen ist leicht zu berechnen, wenn wir den zugehörigen Centriwinkel (β) kennen. Die Messung von Winkeln mit dem Transporteur ist bekannt. Kreisbogen.

$$b = \frac{2 r \pi . \beta}{360}.$$

§ 35. Flächenbestimmung. Die Ausdehnung eines regelmässigen Flächenstückes findet man durch einfache Rechnung nach Messung der Seiten und zwar nach folgenden Formeln: Flächenbestimmung.

Quadrat $= s . s = s^2$, wobei s = Seitenlänge. Quadrat.

Rechteck $= g . h =$ wobei g = Grundlinie, h = Höhe. Rechteck.

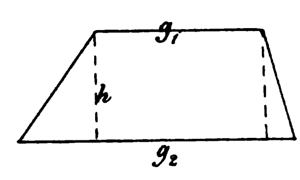


Fig. 19.

Trapez: $\left(\frac{g_1 + g_2}{2}\right) . h$, wobei g_1 = die eine parallele Seite, g_2 = die andere parallele Seite, h = Höhe, d. h. Vertikalabstand der beiden Parallelen (Fig. 19). Trapez.

Parallelogramm: $g . h$, wobei g eine Seite, h ihr Vertikalabstand von den gegenüberliegenden Parallelen (Fig. 20). Parallelogramm.

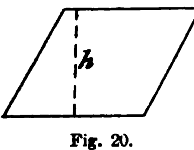


Fig. 20.

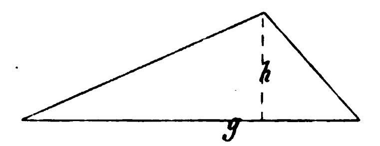
Dreieck: $\frac{g . h}{2}$, wobei g eine Seite, h ein Loth von der dieser Seite gegenüberliegenden Ecke gefällt, auf die Seite g oder deren Verlängerung. (Fig. 21). Dreieck.

Unregelmässige Vielecke zerlegt man in Dreiecke durch Diagonalen, berechnet jedes einzeln und addirt; bei regelmässigen Vielecken genügt es, nach Zerlegung des Vieleckes in regelmässige Dreiecke vom Mittelpunkte aus eines derselben zu berechnen und mit der Seitenzahl zu multipliziren. Vieleck

Kreisfläche $= r^2 \pi$. r = Radius. $\pi = 3{,}1416$.

Kreisausschnitt = Sektor (Fig. 18) $= \frac{r^2 \pi . \alpha}{180}$, wobei α der Centriwinkel.

Kreisabschnitt = Segment (Fig. 18) $= \frac{r^2 \pi . \beta}{360} - \frac{s h}{2}$, wobei h ein Loth auf die Mitte der Sehne und β der Centriwinkel.



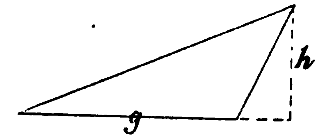


Fig. 21.

Unregelmäss. ebene Flächen.

Unregelmässig begrenzte ebene Flächen bestimmt man am besten, indem man sie auf homogenes Papier aufzeichnet, ausschneidet und wiegt, nachdem man durch Wägung eines 1 qd desselben Papiers das Gewicht von 1 qcm bestimmt hat. Eine einfache Division ergiebt jetzt die Grösse der unregelmässigen Oberfläche.

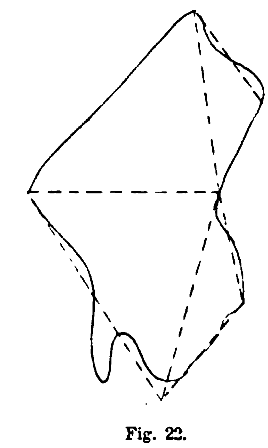


Fig. 22.

Grosse unregelmässige Flächen, die man nicht ausschneiden kann (z. B. eine Gartenfläche etc.), berechnet man, indem man ihnen ein unregelmässiges Vieleck substituirt (Fig. 22), das sich ihrer Form möglichst eng anschliesst; je genauer die Rechnung werden soll, um so zahlreichere Ecken müssen angenommen werden.

Krumme Flächen.

Von krummen Flächen fallen hier wenige in Betracht.

Cylinderoberfläche.

Die Oberfläche eines runden Cylinders = $2 r . \pi . h$, wo r der Radius der kreisförmigen Endfläche, h die Höhe bedeutet.

Kegeloberfläche.

Die Oberfläche eines senkrechten Kegels mit kreisförmiger Basis = $r . \pi . s$, wobei s die kürzeste Entfernung von Kegelbasis und Spitze, auf dem Kegelmantel gemessen, angiebt, r den Radius der Grundfläche.

Kugeloberfläche.

Die Oberfläche einer Kugel = $4 r^2 \pi$.

Regelmäss. Körper.

§ 36. Bestimmung des Kubikinhaltes. Die bei hygienischen Arbeiten vorkommenden regelmässigen Körper lassen ihren Inhalt einfach berechnen, wenn die Seitenlängen bekannt sind.

Würfel.

Würfel = s^3.

Prisma.

Prisma (drei-, vier- [Parallelopipedon] oder vielseitig; oder mit runder Grundfläche [Cylinder]) stets = $g . h$, wobei g die Grundfläche, h die Höhe bedeutet.

Ist das Prisma schief, so ist für h der Vertikalabstand der beiden parallelen Flächen zu setzen.

Pyramide und Kegel $= \frac{g \cdot h}{3}$, wobei g die Grundfläche, h der vertikale Abstand der Spitze über derselben bedeutet. Pyramide, Kegel.

Kugel $= \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi$. Kugel.

Bei all' diesen Rechnungen ist unerlässlich, dass alle vorkommenden Längenmaasse in einheitlichem Maasstabe ausgedrückt werden, d. h. entweder alle in Meter, Decimeter, Centimeter oder Millimeter. Das Resultat ist dann in qm, qcm, qmm, resp. cbm, cbcm u. s. f. ausgedrückt. Ausrechnung.

Sowie aber die eine Grösse z. B. in cm, die andere in mm gemessen wird, wird bei der Multiplikation ein sinnloses Resultat erhalten — ein häufiger Fehler bei Anfängern.

§ 37. Den Kubikinhalt unregelmässiger Körper, z. B. eines Feldsteins, einer Rübe etc., berechnet man, indem man denselben wiegt und die so erhaltene Zahl durch das specifische Gewicht (d. h. das Gewicht von 1 cbcm) der Substanz dividirt. Doch ist meist das specifische Gewicht nicht genügend genau bekannt und zu seiner Ermittelung wieder die Kenntniss des Volums erforderlich. Unregelmässige Körper. 1. indirekt.

Das Volum eines Körpers findet man, wenn man denselben an einem feinen Draht aufgehängt in ein vorher tarirtes, auf einer Wage stehendes Glas voll Wasser eintauchen lässt. Die Gewichtszunahme des Wasserglases in Gramm drückt direkt das Volum des Körpers in cbcm aus. Eine ausführlichere Schilderung des Verfahrens siehe im Abschnitt „Boden“. 2. direkt. a) grössere Körper.

Handelt es sich um kleine feste Körper (z. B. Kieselsteine), so füllt man eine Bürette bis zu einer bestimmten Marke mit Wasser und wirft die betreffenden Körper hinein; es lässt sich dann direkt an der Theilung der Bürette die Volumsvermehrung durch die Steine, resp. das Steinvolum ablesen. — Sind die Körper in Wasser löslich, z. B. Alaunkrystalle, so kann man Oel zum Füllen der Pipette nehmen; in anderen Fällen werden Petroleum, Glycerin und andere Flüssigkeiten gute Dienste leisten. Natürlich darf keine Luft an den kleinen festen Körpern anhaften. b) kleine, resp. pulverförmige.

Litteratur zur physikalisch-chemischen Methodik.

a) Werke über Laboratoriumstechnik.

Boeckmann, Friedrich, Chemisch-technische Untersuchungsmethoden der Grossindustrie. II. Auflage. Berlin. 1888.

Lehmann, Otto, Handbuch der Laboratoriumstechnik. Leipzig. 1885.
Genaue eingehende Schilderung des ganzen Gebiets mit zahlreichen Abbildungen.

Shenstone, Anleitung zum Glasblasen. Nach dem Englischen von Dr. H. Ebert. Leipzig. 1887.

Gscheidlen, R., Physiologische Methodik. Lieferung I—IV. Braunschweig. 1876.
Leider unvollendet, aber voll nützlicher Angaben mit guten Illustrationen, die physiologische Seite stark betont.

b) Werke über qualitative und quantitative Analyse.

1. Kürzere Werke:

Medicus, Einleitung in die chemische Analyse. Tübingen. 1888 (qualitative, quantitative und Maassanalyse). Kurz, alles Wesentliche enthaltend, zur Orientirung vorzüglich geeignet.
Will, Anleitung zur chemischen Analyse. Zwölfte Auflage. Leipzig und Heidelberg. 1883.
Krauch, Prüfungsvorschriften für die Reagentien. Darmstadt. 1889.

2. Grössere Werke, für selbständig Arbeitende unentbehrlich:

Fresenius, R., Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. 15. Auflage. Braunschweig. 1886.
Fresenius, R., Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse. 6. Auflage. Braunschweig. 1875—87.
Mohr-Classen, Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrirmethode. 6. Auflage. Braunschweig. 1886.

c) Werke zur Orientirung über chemische und physikalische Fragen.

1. Kürzere Werke:

Richter, V. v., Lehrbuch der anorganischen Chemie. 6. Aufl. Bonn. 1889.
Richter, V. v., Lehrbuch der organischen Chemie. 5. Aufl. Bonn. 1888.
Jochmann-Hermes, Grundriss der Experimentalphysik. 7. Auflage. Berlin.
Krebs, Georg, Lehrbuch der Physik. 6. Auflage. Wiesbaden. 1888.
Kohlrausch, Leitfaden der praktischen Physik. 6. Aufl. Leipzig. 1887.
Chemiker-Kalender, Berlin. 139 praktisch-wichtige Tabellen. Jährlich neu aufgelegt.

2. Grössere vollständige Werke:

Gmelin-Kraut, Anorganische Chemie. 6. Aufl. Heidelberg. 1886 u. f. noch nicht vollständig.
Beilstein, Handbuch der organischen Chemie. 2. Aufl. 1886—89.
Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik, besorgt von Pfaundler. 9. Aufl. 1886—89, noch nicht vollständig.
Mousson, Die Physik auf Grundlage der Erfahrung. 3. Aufl. Zürich. 1879—84.
Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik. 4. Aufl. Leipzig. 1882—86.
Landolt u. Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen. Berlin. 1883.
Kohlmann und Frerichs, Rechentafeln zur chemischen Analyse. Leipzig. 1882.

d) Zeitschriften und Jahresberichte.

Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie. Wiesbaden.
Fischer, F., Zeitschrift für angewandte Chemie. Seit 1888; bildet eine Fortsetzung von Skalweit Repertorium der analytischen Chemie.
Krause, G., Chemikerzeitung. Cöthen.
Jahresberichte für Chemie.

Die spezielle Litteratur über Nahrungsmittelchemie siehe bei der Untersuchung der Nahrung.

II. Abschnitt.

Bakteriologische Methodik.

§ 38. **Einleitung.** Unter Spaltpilzen, Schizomyceten, Bakterien im weiteren Sinne [1]), verstehen wir einfachste, unverzweigte, kleine und kleinste Organismen, von Kugel-, Stäbchen-, Schrauben- oder Fadenform, die sich durch Quertheilung vermehren und des Chlorophyllfarbstoffes entbehren. Abgesehen von einigen Fällen, wo Geisseln nachgewiesen sind, fehlen diesen Organismen vollkommen differenzirte Organe. Definition u. Bedeutung.

Manche Arten bilden unter gewissen Umständen im Inneren der Zelle eine glänzende Dauerspore (endogene Sporenbildung), bei anderen soll ein abgeschnürtes Zellstück als Arthrospore eine ähnliche Rolle spielen. Weitere Fortpflanzungsweisen fehlen.

Die Fähigkeit vieler Arten Farbstoffe, Gährungen, Fäulniss und Krankheiten zu erzeugen, macht ihr Studium für die Hygiene äusserst wichtig, namentlich seit an Stelle der einfachen mikroskopischen Betrachtung folgende Methoden getreten sind:

1. die Beobachtung der gefärbten Mikroorganismen;
2. die mannigfaltigen Kulturmethoden, die sowohl Zählung der anwesenden Pilze, als Reinkultur der einzelnen Arten gestatten. Mit Hilfe der Reinkulturen lassen sich genaue Versuche über die biologischen und pathogenen Funktionen der einzelnen Arten anstellen.

1. Mikroskopische Untersuchung auf Bakterien.

§ 39. Zu diesem Zwecke ist ein ausreichendes Mikroskop Vorbedingung. Mit den früher üblichen mittleren Mikroskopen (z. B. dem beliebten System Hartnack VII, Okular 2 oder 3) kann man wohl grosse Bacillen (Milzbrand) erkennen, für feinere Bakterien, namentlich Mikrokokken, Tuberkelbacillen u. dergl., brauchen wir aber eine homogene Oelimmersion $^1/_{12}$ und einen Abbé'schen Kondensor, wenn sichere Resultate erlangt werden sollen. Mikroskop z. Bakterien-untersuchg.

1) Ein Anhang dieses Abschnittes enthält einige Angaben über andere niedere Pilze (Hefen, Schimmel) von hygienischem Interesse.

Bedeutung der Oelimmersion.

Die Bedeutung der Oelimmersion liegt in Folgendem:

Es wird der Lichtverlust durch Reflexion an Trennungsflächen optisch verschiedener Medien beseitigt, da das Oel und Glas gleich stark lichtbrechend sind und somit vom Präparat bis in die Frontlinse eine optisch homogene Schicht hergestellt wird. Gleichzeitig wird ein sehr erheblicher Betrag sphärischer Aberration im Entstehen unterdrückt. Endlich fällt eine ängstliche Sorgfalt auf die Deckglasdicke weg, dagegen ist für jedes Immersionsobjektiv eine bestimmte Tubuslänge einzuhalten. — Bei dem viel reineren Bilde, das gute homogene Immersionslinsen gegenüber starken Trockensystemen geben, ist bei ihnen auch die Verwendung stärkerer Okulare gestattet, also eine viel beträchtlichere Vergrösserung.

Apochromate.

In neuester Zeit hat Zeiss und nach ihm auch andere Firmen sogenannte „Apochromatische Objektivsysteme“ mit zugehörigen Kompensationsokularen hergestellt, die, aus besonderen Glassorten verfertigt, einen bisher unerreichten Grad von Vollkommenheit des Bildes liefern. Es ist die sphärische und chromatische Aberration auf ein Minimum reduzirt; sehr starke Okulare können Verwendung finden, für Mikrophotographie sind diese Systeme besonders werthvoll. Leider sind diese Linsen bisher noch sehr theuer.

Verwendung.

§ 40. Die Oelimmersion wird folgendermassen verwendet. Auf das Deckglas des Präparates, das natürlich dünn, resp. nicht dicker als der Fokalabstand der Frontlinse der Immersion sein muss, bringt man ein kleines Tröpfchen eingedicktes Zedernöl (oder eine Mischung von Ricinusöl mit einem stark brechenden ätherischen Oele, z. B. Fenchelöl) aus einem nur diesem Zwecke dienenden Fläschchen mit Stabstöpsel. Darauf senkt man mit dem groben Trieb oder durch manuelle Tubusverschiebung die Frontlinse vorsichtig in den Oeltropfen ein, bis ein Bild wahrgenommen wird und stellt nun vollends den Tubus mit der Mikrometerschraube ein. Man lernt sehr rasch die grobe Einstellung sicher ausführen, indem man in gebückter Stellung den Abstand der Linse vom Deckglase schätzt.

Abbé's Kondensor.

Sehr wichtig ist die Verwendung der richtigen Blenden und des Abbé'schen Kondensors. Unter letzterem Namen versteht man eine unter dem Objekttisch des Mikroskops angebrachte Linsenkombination, die einen breiten Lichtkegel in das Objekt wirft, so dass die feinere Zeichnung des Bildes (das sog. Strukturbild) verschwindet, und nur lebhaft, isolirt und dunkel gefärbte Gegenstände (speziell die Mikroorganismen) als scharfes Farbenbild hervortreten.

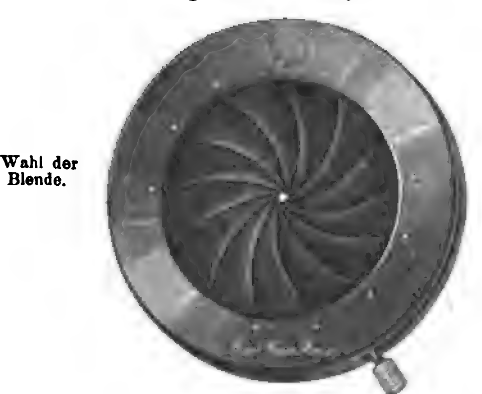


Fig. 23.
Irisblende.

Wahl der Blende.

Es darf also nach dem Gesagten der Kondensor nur angewendet werden, wenn es sich um die Untersuchung gefärbter Mikroorganismen handelt; sollen ungefärbte untersucht werden, so muss derselbe entfernt (gesenkt), durch einen Schlitten-Mechanismus verschoben oder (wie es an kleineren Instrumenten meist ist), durch die Einschiebung einer sehr engen Blende seiner Wirkung beraubt werden. Die neu erfundenen Irisblenden (Fig. 23) gestatten durch einen Fingerdruck jede beliebige Blendenöffnung herzustellen.

Bei sehr hellem Wetter kann eine mittelweite Blende auch bei Untersuchung gefärbter Mikroorganismen oft recht angenehm sein; will man in gefärbten Schnitten die Lage der Bakterien zu den Zellen ergründen, so sind hierzu mittelweite Blenden geradezu nöthig, da die Zellkerne, selbst wenn sie in gewöhnlicher Weise gefärbt sind, durch die volle Wirkung des Abbé'schen Apparates bis zum Verschwinden undeutlich werden.

Bei ungefärbten Präparaten muss man sich umgekehrt hüten, bei sehr starken Systemen oder trübem Wetter durch zu enge Blenden das Bild zu dunkel zu machen. Man muss stets die geeignetste Blende ausprobiren.

Im Allgemeinen wird bei gefärbten Präparaten der Hohlspiegel, bei ungefärbten der Planspiegel angewendet.

§ 41. Die biologisch so verschiedenen Spaltpilze besitzen nur einen beschränkten Formenkreis, und so lange man auf die mikroskopische Gestalt allein eine Systematik baute, ohne auf die Entwickelungsgeschichte Rücksicht zu nehmen, fehlte derselben ein richtiges Fundament. Morphologie d. Spaltpilze.

Wir müssen uns klar darüber sein, dass zwei Spaltpilze mikroskopisch identisch sein und doch zu total verschiedenen Arten gehören können, dass es andererseits Arten mit sehr mannigfaltigen Wuchsformen giebt.

Am vollständigsten hat Buchner diese Wuchsformen mit Namen belegt, und zwar mit deutschen, damit dieselben nicht als Gattungsnamen Verwendung finden sollten. Folgendes sind seine Vorschläge, die ziemlich allgemein adoptirt sein dürften:

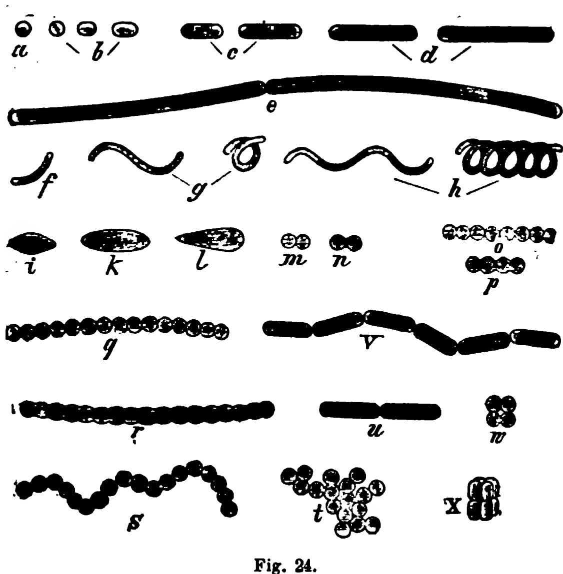


Fig. 24.
Formen der Bakterien nach Buchner.

Einzelwuchsformen: Wuchsformen.

Kugelform (*a*) — nicht Coccus!

Ovalform (*b*) Längsdurchmesser höchstens das 2fache des Querdurchmessers.

Kurzstäbchen (*c*) Längsdurchmesser = 2 bis 4 × Querdurchmesser.

Langstäbchen (*d*) Längsdurchmesser = 4 bis 8 × Querdurchmesser.

Fadenform (*e*).

Halbschraube = Komma (*f*) ein sehr kurzer Schraubenabschnitt bis höchstens zu einem halben Schraubenumgang.

Kurzschraube (*g*) ein kurzer Schraubenumgang.

Langschraube = Spiralform (*h*). Alle Schraubenformen können entweder mit steilen oder mit flachen Schraubengängen auftreten.

Spindelform (*i*).

Ovalstäbchen (*k*) unterscheidet sich von der Spindelform durch geringere Verjüngung der Enden, von der Ovalform durch die grössere Länge = 2 bis 4 × Querdurchmesser. Keulenform (*l*).

Wuchsverbände:

Doppelkugel (*m*) bei bloss angedeuteter Trennung: Semmelform (= Biskuitform) (*n*).

Kugelreihe (*o*) bis zu 8 Kugeln; bei bloss angedeuteter Trennung: Torulaform (*p*).

Kugelfaden (*q*) oder, wenn gekrümmt: Rosenkranzform (*s*); bei bloss angedeuteter Trennung: toruloser Faden (*r*).

Traubenform (*t*). Doppelstäbchen (*u*). Gliederfaden (*v*).

Endlich:

Tetradenform (*w*) flächenhafter Verband von 4, 8, 16 u. s. f. Zellen.

Würfelform (*x*) körperlicher Verband von 8, 32 u. s. f. Zellen.

Eigenbewegung.

§ 42. Untersuchung ungefärbter Spaltpilze mit starker Vergrösserung findet nur relativ selten statt, vorwiegend zum Zwecke, die Eigenbewegung der Organismen zu studiren. Man bringt hierzu ein Tröpfchen der zu untersuchenden bakterienhaltigen Flüssigkeit, oder ein Tröpfchen Bouillon, das man mit der zu untersuchenden Kultur geimpft, auf die Mitte eines Deckglases, dreht dasselbe um und legt es, das Tröpfchen nach unten, über den Ausschliff eines am Rande mit Vaselin gefetteten Hohlobjektträgers, so dass das Tröpfchen frei, scharfrandig, halbkugelig in die kleine Kammer hineinhängt. Prüft man jetzt bei engster Blende, so erkennt man die rein physikalische tanzende Molekularbewegung der Mikrokokken (feinste todte Partikel zeigen sie auch!), die vollständige Ruhe der Milzbrandbacillen, das schlängelnde Gleiten der Typhusbacillen, das Schiessen der Choleravibrionen u. s. f.

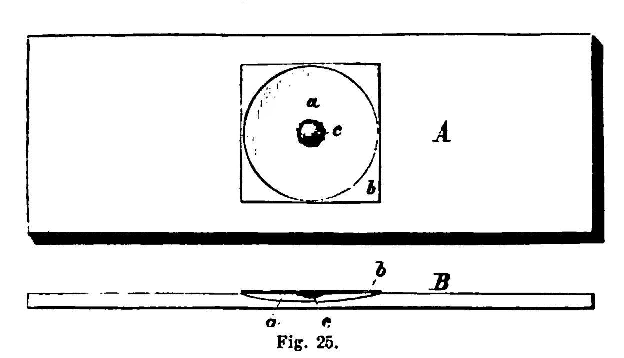


Fig. 25.
Untersuchung im hängenden Tropfen.

Die schwierige Einstellung auf die ungefärbten Organismen kann man sich dadurch erleichtern, dass man zuerst bei schwacher Vergrösserung auf den Tropfenrand einstellt, das Präparat mit einer Klammer fixirt und nun erst mit Immersion untersucht.

Geisseln.

Die Bewegungen sind durch Geisseln bedingt, zu ihrer Färbung braucht Löffler:

Beize: 10 cbcm 20%ige Tanninlösung,
+ einige Tropfen Ferrosulfatlösung bis zur Schwarzfärbung,
+ 3—4 cbcm Kampecheholzabkochung, 1 Theil Holz auf 8 Wasser.

Farbe: 100 cbcm Anilinwasser,
1 cbcm 1%ige Natronlauge,
4 g festes Methylviolett, Mischung gut umschütteln, vor Gebrauch ein paar Tropfen abfiltriren.

Das in gewöhnlicher Weise hergestellte Deckglaspräparat (§ 43) wird erst mit ein paar Tropfen filtrirter Beize erwärmt, dann diese abgespült und mit ein paar Tropfen filtrirter Farbe bedeckt, wieder erwärmt und mit Wasser abgespült. (C. f. B. VI. 209.)

Bei manchen Bakterienarten ist ein heizbarer Objekttisch nöthig, um sie in Bewegung zu sehen, z. B. bei Bacillus prodigiosus. Am besten heizt man das ganze Mikroskop, indem man es in einem Wärmkasten während des Beobachtens stehen hat. (L. Pfeiffer, Zeitschrift für Hygiene. Bd. 2.)

Auch zur Prüfung auf die Anwesenheit von Sporen kann ein ungefärbtes Präparat oft gute Dienste leisten, die regelmässige, gewöhnlich ovale (nicht kugelige) Form, der starke Glanz, lässt (endogene) Sporen meist leicht erkennen (vergl. auch § 47).

Die wichtigen Untersuchungen über Sporenkeimung und andere Wachsthumserscheinungen werden ebenfalls im hängenden Bouillontropfen angestellt; weitere feuchte Kammern siehe bei Hüppe. Selbstverständlich sind auch Forschungen über feinere morphologische Details stets an ungefärbten Präparaten zu kontrolliren.

§ 43. Handelt es sich aber um die einfache Konstatirung von Bakterien in irgend einem Substrat, so wird man kaum heutzutage die Färbung[1]) unterlassen. Man verfährt dabei, wenn es sich um Flüssigkeiten oder weiche feuchte Massen überhaupt handelt, folgendermassen:

Man bringt auf das gereinigte, ev. durch Erhitzen in der Flamme keimfrei gemachte Deckglas ein Tröpfchen der zu untersuchenden Flüssigkeit resp. etwas sterilisirtes Wasser, in dem man eine Spur von der zu untersuchenden Substanz (so viel an der Spitze der ausgeglühten Platinnadel hängen blieb) zerrieben hat. Auf das erste Deckglas legt man ein zweites und zieht die beiden von einander ab, so dass an beiden eine sehr dünne Flüssigkeitsschicht haftet, und lässt trocknen. Dies ist für Blut, Sputum, Eiter etc. nothwendig. Will man eine Difformirung der Blutkörperchen vermeiden, so legt man das zweite Deckglas nicht auf, sondern setzt es nur schräg auf und fährt damit über das untere Gläschen. Bei wässerigen Flüssigkeiten kann man auch das Wassertröpfchen gleich ruhig auf dem Deckglase im Exsiccator eintrocknen lassen oder durch Hin- und Herbewegen hoch über einer Flamme das Trocknen beschleunigen. Trockenpräparat.

Auch im hängenden Bouillontropfen gewachsene Kulturen kann man im Schwefelsäureexsiccator antrocknen; um über die genauere Anordnung der Spaltpilze in auf festen Nährböden gewachsenen Kulturen orientirt zu sein, legt man vorsichtig und sanft ein Deckglas auf Plattenkulturen (s. u.), hebt es eben so vorsichtig ab und trocknet (Klatschpräparat).

Sind die Bakterien angetrocknet, so müssen sie noch durch stärkere Hitze fixirt werden; zu dem Zwecke zieht man das Deckglas, die bestrichene Seite Fixirung.

1) Ueber die Theorien der Bakterienfärbung, ob chemische oder physikalische Vorgänge dabei die Hauptrolle spielen, findet sich Näheres bei Hüppe, besonders eingehend aber hat Unna die Frage behandelt im Centralblatt für Bakteriologie. Bd. III. No. 1—11. An beiden Orten ist auch weitere Litteratur zu finden.

nach oben, 3 Mal langsam (so schnell wie man Brod schneidet) durch die Bunsenflamme (was etwa ein kurzes Erhitzen auf 115—125° bedeutet) und kann nun färben.

Farblösung.

§ 44. Gewöhnlich bereiten wir unsere Farbflüssigkeiten so, dass wir uns erst gesättigte (ca. 20 g Farbstoff auf 100 cbcm ca. 90 %igen Alkohol) alkoholische Lösungen von Anilinfarben namentlich, Methylviolett, Gentianaviolett, Fuchsin, Methylenblau im Vorrathe anfertigen, die sehr lange haltbar sind. Von diesen Lösungen filtriren wir in gewöhnliche Medizinflaschen, die zu ³/₄ mit destillirtem, sterilisirtem Wasser gefüllt sind, soviel hinein, bis die Flüssigkeit in 1 cm dicker Schicht (also z. B. in einer gewöhnlichen Pipette zu 5 cbcm) anfängt undurchsichtig zu werden[1]). Die Fläschchen verschliesst man mit einem locker sitzenden Kork, durch den eine unten ausgezogene, beiderseits offene Glasröhre (einfachste Pipette!) gesteckt ist. Indem wir die Glasröhre mit dem Finger verschliessen, heben wir sie heraus und lassen ein paar Tropfen Farbflüssigkeit auf das Deckglas fliessen. In 1—5 Minuten färben sich die Bakterien vollkommen; beschleunigt kann die Färbung werden, indem wir das Deckglas mit der Pincette fassen und über der Flamme vorsichtig die Farblösung etwas erwärmen, doch ist dies fast stets unnöthig.


Fig. 26. Färbefläschchen.

Einfachste Färbung auf d. Deckglase.

Jetzt lässt man den Ueberschuss der Farblösung vom geneigten Deckglase abfliessen, spült es mit einem reichlichen Strome destillirten Wassers gründlich ab und kann es dann direkt in Wasser untersuchen. Oder man lässt das abgespülte Deckglas trocknen, was man durch Absaugen des Wassers mit Fliesspapier beschleunigen kann und bringt es in einem grossen Tropfen dünnflüssigen Kanadabalsam[2]) (Kanadabalsam in Xylol gelöst) auf den Objektträger und hat nun ein haltbares Dauerpräparat. Auch zuerst in Wasser untersuchte Präparate kann man nachher noch trocknen und in Kanada betten. Sollte das Präparat überfärbt sein, so muss für ein zweites Präparat eine schwächere Farblösung oder längeres Abspülen mit Wasser angewendet werden.

Farbstofflösungen mit Zusatz von Beizen.

§ 45. Für die sehr grosse Mehrzahl der Spaltpilze kommen wir mit den wässerig-alkoholischen Farben aus; für schwerer färbbare hat man die Farbe mit einer B e i z e versetzt, einer Substanz, die die Spaltpilze zur Aufnahme der Farbstoffe geeigneter macht. Auch kann man die färbende Wirkung dadurch verstärken, dass man die Deckgläser auf einem Uhrglase voll Farbe, die bestrichene Seite nach unten, stundenlang schwimmen lässt.

---

1) Die verdünnten Lösungen müssen nach 2—3 Wochen neu bereitet werden, da sich körnige Trübungen darin ausscheiden, die ein sauberes Arbeiten unmöglich machen. Die Flaschen werden dann mit roher Salzsäure gereinigt, — auch die Hände reinigt man mit zur Hälfte verdünnter roher oder reiner Salzsäure, wenn sie mit Farbstoffen beschmutzt sind.

2) Kanadabalsam bereitet man, indem man vom käuflichen Balsam etwa ¹/₄ im Wasserbade abdunstet, den Rest stark mit Xylol verdünnt und filtrirt.

Die wichtigsten dieser kombinirten Farbflüssigkeiten sind:

1. Verbindung von Methylenblau mit Kalilauge (Löffler's Lösung) Löffler's Methylenblau.
30 cbcm konzentrirte alkoholische Lösung von Methylenblau
100 cbcm Kalilauge von 0,1 ‰ (0,1 cbcm 10%ige Kalilauge + 100 Wasser).

2. Verbindung von Gentianaviolett (oder Methylviolett) mit Anilinwasser (Ehrlich's Anilingentiana).

Man schüttelt in einem Fläschchen oder Reagenzglase 2 cbcm Anilinöl mit 20—30 cbcm destillirten Wassers kräftig. Nach einigen Minuten lässt man das nicht gelöste Anilinöl absitzen und filtrirt die überstehende Flüssigkeit klar durch ein vorher mit Wasser befeuchtetes Filter. Zu diesem klaren Anilinwasser setzt man in einem Schälchen so viel alkoholische konzentrirte Gentiana- oder Methylviolettlösung, bis eben eine Andeutung eines metallisch glänzenden Farbstoffhäutchens auf der Oberfläche erscheint. Das Anilinwasser muss jedesmal frisch bereitet werden, auch die fertige Farblösung hält nur einige Tage, dann trübt sie sich und färbt schlecht, einige Tage lang kann sie aber in einem Medizinglase mit Pipettenstöpsel gut aufgehoben werden. Anilingentiana.

3. Verbindung von Fuchsin mit Karbolsäure (Ziehl-Neelsen's Karbolfuchsin). Karbolfuchsin.

Fuchsin 1,0
Alkohol absol. 10,0
5% Karbolsäure 100,0

Von diesen Farblösungen kommt die erste (alkalisches Methylenblau) selten zur Färbung von Deckglaspräparaten zur Anwendung, doch leistet sie sehr schönes. Dagegen spielen Anilingentiana und Karbolfuchsin auch für Deckglaspräparate eine wichtige Rolle, namentlich zur Färbung der Tuberkelbacillen und zur Sporenfärbung. In beiden Fällen handelt es sich um Objekte, welche die gewöhnlichen Farblösungen nicht annehmen, sich aber in den Beize enthaltenden energisch färben, und den einmal aufgenommenen Farbstoff auch an kräftige Entfärbungsmittel schwer abgeben.

§ 46. Tuberkelbacillen (Färbung nach Ehrlich-Koch). Die wie gewöhnlich behandelten Deckglaspräparate lässt man 12h auf Anilingentiana schwimmen. Andere lassen nur 5—10 Minuten auf einer vorher zum Kochen erhitzten Anilingentianalösung schwimmen; am einfachsten ist es, die Färbeflüssigkeit auf dem Deckglase einige Minuten über dem Bunsenbrenner in schwachem Dampfen zu halten. Jetzt folgt ein kurzes (höchstens 1—4 Sekunden) Eintauchen in 30%ige Salpetersäure und ganz kurzes (einige Augenblicke) Abspülen in 60%igem Alkohol — andere Autoren verwenden (statt der beiden vorausgenannten Flüssigkeiten zusammen) allein mit 3% Salpetersäure versetzten Alkohol — und schliesslich ein Eintauchen für einige Minuten in wässerige Lösung von Bismarckbraun und Abspülen mit Wasser. In der Säure und dem nachfolgenden Alkohol entfärbt sich alles (Spaltpilze und Gewebe) bis auf die Tuberkelbacillen; die Nachfärbung giebt diesen entfärbten Theilen einen braunen Ton, während das Violett der Tuberkelbacillen bestehen bleibt. Die Doppel- Tuberkelbacillen.

färbung lässt die Tuberkelbacillen besser hervortreten. B. Fränkel empfiehlt, nachdem wie oben gefärbt wurde, die Entfärbung und Nachfärbung zusammen vorzunehmen: die violetten Deckgläser kommen auf 2—3 Minuten in eine gesättigte Auflösung von Vesuvin in einer Mischung von 70 Alkohol und 30 offic. Salpetersäure. Dann werden sie mit Wasser abgespült.

Statt Anilingentiana und Bismarckbraun zu kombiniren, kann man auch Anilinfuchsin und wässeriges Methylenblau nacheinander anwenden; in letzterem Falle sind die Tuberkelbacillen allein roth gefärbt auf blauem Grunde.

Von den unzähligen Modifikationen der Tuberkelbacillenfärbung sei nur noch eine von Hüppe besonders empfohlene angeführt.

Man färbt mit Karbolfuchsin in der Kälte 10 Minuten (oder unter Erwärmen 2—3 Minuten), bringt dann das Präparat einige Sekunden in 25 %ige Schwefelsäure, jetzt einige Sekunden in Alkohol, spült gründlich mit Wasser und färbt mit konzentrirter wässeriger Methylenblaulösung nach.

Bacillen der Lepra, der Syphilis und aus Smegma.

Leprabacillen, auch morphologisch den Tuberkelbacillen sehr ähnlich, sind, wenn wie die letzteren gefärbt, ebenso widerstandsfähig gegen Säuren, ja nach einigen Autoren noch widerstandsfähiger; ein Hauptunterschied liegt aber darin, dass sich in 6—7 Minuten Leprabacillen auf kalter wässeriger Fuchsinlösung gut färben, Tuberkelbacillen nicht; umgekehrt färben sich Leprabacillen schlechter als Tuberkelbacillen in Löffler's alkalischem Methylenblau.

Syphilis und Smegmabacillen. Die den Tuberkelbacillen morphologisch ähnlichen Gebilde, die im Inneren von syphilitischen Neubildungen einerseits, im Smegma praeputii et clitoridis anderseits gefunden sind, verhalten sich mit Karbolfuchsin gefärbt etwas verschieden gegen Entfärbungsmittel wie Tuberkelbacillen. Lepra verhält sich nach dieser Färbungsmethode hierbei ganz wie Tuberkulose:

1. Alkohol direkt einwirkend entfärbt: Smegmabacillen, nicht: Syphilis und Tuberkulose.
2. Mineralsäuren direkt einwirkend entfärben: Sofort Syphilis, langsamer Smegma, am langsamsten Tuberkulose.
3. Nach Mineralsäurewirkung bis zur Entfärbung der Syphilis, entfärbt Alkohol sofort die Smegmabacillen, während Tuberkulose gefärbt bleibt.

Gram's Methode.

§ 47. Die Gram'sche Methode (vergl. § 51), die die Bakterien allein färbt, leistet auch in Deckglaspräparaten gutes, hat aber höchstens Vortheile, wenn es sich um Differentialdiagnose handelt:

Es bleiben nach Gram gefärbt:	Es entfärben sich nach Gram:
Micrococcus des Trachoms, Michel.	Diplococcus intracellularis meningitidis, Weichselbaum.
Micrococcus tetragonus.	Diplococcus der Gonorrhoe.
Diplococcus der Pneumonie, Fränkel.	Bacillus typhi abdominalis.
Staphylococcus pyogenes aureus, albus u. s. f.	Bacillus mallei.
Streptococcus pyogenes und erysipelatis.	Bacillus oedematis maligni.
Bacillus anthracis.	Bacillus cuniculicida resp. Cholerae gallinarum.
Bacillus der Mäusesepticämie und des Schweinerothlaufs.	Bacillus pneumoniae, Friedländer.

Es entfärben sich nach Gram:

Bacillus coli communis.

Bacillus neapolitanus.

Bacillus der Darmdiphtherie der Kaninchen, Ribbert.

Bacillus der Tuberkulose und Verwandte.

Spirillum Cholerae und seine nächsten Verwandten.

Bei der Untersuchung des Blutes ist grosse Sorgfalt zu verwenden, damit nicht Zellgranula, die in den Leukocythen oft sehr reichlich vorkommen und die sich z. Th. ganz wie Spaltpilze färben, als Mikrokokken gedeutet werden. Allerdings fehlt diesen Körnchen meist die gleichmässige Rundung und Grösse der Mikrokokken; stets sind diese Granula in Zellen eingeschlossen und liegen nie frei im Plasma, so dass für das Blut jedenfalls nur bei flüchtigen Beobachtern eine Verwechselung vorkommt. Schwieriger kann die Sache im Gewebe werden. Zellgranula.

Günther hat für Blut folgende Methode, die Granula unschädlich zu machen, empfohlen:

Die flambirten Deckglaspräparate werden 10 Sekunden in 1—5%oige Essigsäure gelegt, die Säure gründlich ausgewaschen, die Präparate getrocknet und wie gewöhnlich gefärbt. Jetzt färben sich nur die Bakterien.

§ 48. Cohn beschrieb zuerst beim Heubacillus, Koch beim Milzbrandbacillus die Bildung ovaler stark lichtbrechender Dauersporen, und längere Zeit galt die Fähigkeit, Sporen zu bilden, für eine ausschliessliche Eigenschaft der Bacillen. In neuester Zeit ist aber die ganze Frage, welche Spaltpilze Sporenbildung besitzen in ein Stadium getreten, das noch kein sicheres Urtheil gestattet. Hauser wies für eine Sarcine, Ernst für Sarcinen und einen Micrococcus endogene Sporen nach, letzterer entdeckte Reaktionen, die wie es scheint, ein Vorstadium der Sporen anzeigen. Daneben will bei einzelnen als typische Bacillen angesehenen Spaltpilzen der Sporennachweis nicht glücken. (Typhus.) Sporen. Endosporen und Arthrosporen.

Hüppe, der zuerst bei den Choleravibrionen Abschnürung von Kügelchen als Arthrosporen behauptete, fasst jetzt auch in den Streptokokkenreihen die grösseren Zellen als Arthrosporen auf, ja, in neuester Zeit unterscheidet er sogar arthrospore und endospore Streptokokken. Vergl. auch Neisser Z. f. Hyg. Bd. IV. p. 192.

In diesem, praktischen Zielen dienenden Buche soll nur dann von Sporen gesprochen werden, wenn nicht nur morphologisch differente (ovale, glänzende, regelmässig geordnete), sondern auch mit höherer Resistenz begabte Gebilde nachgewiesen sind. Damit fallen die Arthrosporen vorläufig noch aus dem Kreise unserer Betrachtung. Definition d. Sporen für die Praxis.

Alle bisher bekannten ächten endogenen physiologisch widerstandsfähigen Sporen verhalten sich färberisch etwa wie Tuberkelbacillen, sie nehmen Farbstoffe äusserst schwer auf und geben sie ebenso schwer ab [1]). Allerdings kommen auch hier grosse Verschiedenheiten bei den einzelnen Arten vor. — Behandelt Prinzip der Sporenfärbg.

1) Eine Ausnahme machen die Sporen von Spirillum rubrum.

man einen sporentragenden Milzbrandfaden wie bei der gewöhnlichen Bakterienfärbung angegeben, so bilden die Sporen ungefärbte Lücken in dem farbigen Faden [1]). Gefärbt werden Sporen folgendermassen:

Methoden d. Sporenfärbg. a) Nach Neisser.

Nach Neisser. (Doppelfärbung). Man bringt die in gewöhnlicher Weise vorbereiteten Deckglaspräparate in ein Schälchen mit Anilinmethylviolett (oder Anilinfuchsin), das man über einer sehr kleinen Flamme oder im Wasserbade erhitzt. Nach $^1/_4$—1^h sind die Sporen und Bacillen gefärbt. Die Bacillen entfärbt man, indem man das Präparat mit absolutem Alkohol behandelt, dem man etwas von der verwendeten Farbe zusetzt, oder man schickt, wenn dies nicht genügt, ein momentanes Eintauchen in 10⁰/₀ Salpeter- oder Schwefelsäure voraus. Aus dem Alkohol bringt man das Deckglas in eine dünne wässrige Komplementärfarbe Methylenblau wenn Fuchsin, Bismarckbraun wenn Methylviolett angewendet war. — Auch Karbolfuchsin ist zur Sporenfärbung brauchbar.

b) Nach Hauser.

Hauser hat ein sehr einfaches Verfahren empfohlen: Das Deckglaspräparat wird erst 10 mal trocken (statt 3mal) durch die Flamme gezogen, dann mit der Pincette gefasst und mit der gewöhnlichen alkoholisch wässrigen Fuchsinlösung betropft, 30—40 mal unter vorsichtigem Ersetzen des verdampften durch die Flamme des Bunsenbrenners gezogen, wobei die Flüssigkeit stets nahe am Sieden ist. Das gefärbte Präparat wird kurze Zeit (10—30 Sek.) mit 25⁰/₀iger Schwefelsäure entfärbt, gründlich mit Wasser abgespült, in verdünntem Methylenblau nachgefärbt. Mir erscheint diese Methode besonders empfehlenswerth.

c) Nach Buchner.

Buchner erhitzt die bestrichenen Deckgläser $^1/_2$—1^h auf 210⁰ im Trockenschrank, oder betupft sie mit konzentrirter Schwefelsäure, die nach 15 Sekunden abgespült wird. In solchen Präparaten färben sich nur noch die Sporen, die Bakterien nicht mehr.

Die Vorstufen der fertigen Sporen, glänzende kleine Körnchen, färben sich wie das Spaltpilzprotoplasma. Auch mit den ausgebildeten Sporen macht man macherlei Erfahrungen; bei den einzelnen Arten und in verschiedenen Entwickelungstadien ist die Färbbarkeit sehr verschieden, oft muss man sich lange quälen bis man ein tadelloses Präparat erhält.

Arthrosporen sollen sich nach Ernst und Hüppe durch Färbung der gewöhnlichen Deckglaspräparate in alkalischem Methylenblau (in der Kälte längere Zeit, in der Wärme nur kurz), Abspülen mit Wasser und Nachfärben mit Bismarckbraun, blau unter den braunen vegetativen Zellen hervorheben. Die gleiche Methode macht nach Ernst und Babes in vielen Bakterien ein der Sporenbildung vorangehendes Auftreten von „Körnern" sichtbar, die auch durch Kernschwarz und Hämatoxylin färbbar sind und nach Ernst demnach vielleicht als Kerne angesprochen werden dürfen. (Ernst Z. f. H. Bd. V. Ebenda Babes.)

Färbung von Spaltpilzen, die im Gewebe liegen.

§ 49. Schwieriger als in Flüssigkeiten suspendirte Bakterien sind diejenigen zu färben, die in thierisches oder pflanzliches Gewebe eingedrungen sind, weil die gewöhnlichen Bakterienfarben falls keine Kunstgriffe angewendet werden

1) Man hüte sich aber sehr, alle Lücken für Sporen anzusehen.

auch das Gewebe stark färben. Folgendes Verfahren empfiehlt sich, wenn thierisches Gewebe mikroskopisch auf Bakterien untersucht werden soll:

1. Ausstrichpräparate. Man legt mit sterilisirter Schere oder Messer eine frische Schnittfläche an, betupft dieselbe mit einem Platindraht, dessen Spitze zur Oese gekrümmt ist, und streicht die geringen Mengen Blut und Organsaft, die man so erhält, auf ein Deckglas, das man wie oben färbt. Ausstrich-präparate.

In ähnlicher Weise würde Wurst, Käse, Pflanzengewebe etc. zu untersuchen sein, wasserarme Substanzen nach vorhergehender Befeuchtung mit einem Tröpfchen destillirten Wassers.

v. Sehlen empfiehlt zum Aufkleben von trockenem auf Bakterien zu untersuchendem Material eine Mischung von gleichen Theilen 4%iger Borsäure und frischem Hühnereiweiss. Die Mischung wird nach starkem Schütteln filtrirt und in dünnster Schicht auf's Deckglas gestrichen. Die Fixirung des aufgestreuten Staubes geschieht durch sehr kurzes Erhitzen auf 100°.

Erhält man so auch Auskunft über das Vorhandensein der Bakterien, so giebt doch die Methode keine sichere Auskunft über die Lage derselben. Hierzu bedürfen wir

2. Schnittpräparate. Die thierischen Organe werden in bohnen- oder haselnussgrossen Stücken bei der Sektion sofort nach der Entnahme aus dem Thiere in absoluten Alkohol übertragen [1]) und derselbe nach 24^h und 48^h einmal gewechselt. Nach weiteren 24^h sind kleine Stückchen Leber, Niere, Milz, Herz, Muskel, Haut und ähnliche derbere Organe [2]) schon schnittfähig man braucht sie jetzt nur flüchtig abzutrocknen und mittelst Glyceringelatine auf einen Korkstöpsel aufzukleben. Dies geschieht denkbar einfachst dadurch, dass man die Glyceringelatine [3]) im Wasserbade schmilzt (oder sehr vorsichtig über freier Flamme), einen grossen Tropfen davon mit einem Glasstabe auf einen neuen gerauhten Stöpsel bringt und rasch das Gewebestück mit seiner Basis hinein drückt; durch Herumstreichen von etwas weiterer Glyceringelatine um die Fugen kann man das Aufkitten verbessern. Nun legt man das aufgeklebte Präparat in den Alkohol zurück, der in $6-12^h$ ein vollkommenes Hartwerden der Gelatine zu Stande bringt. Spannt man nun den Kork in eine Klemmschraube, so lassen

Schnitt-präparate.

Aufkleben.

1) Schnitte durch mittelst Aetherspray zum Gefrieren gebrachte frische Organstückchen sind nicht empfehlenswerth, besser ist es schon, die in Alkohol aufbewahrten Stückchen nach mehrstündigem Aufenthalte in Wasser gefrieren zu lassen. Die mit trockenem Messer angefertigten Schnitte kommen in ½%ige Kochsalzlösung und dann vorsichtig auf dem Spatel erst in 60-, dann in 90prozentigen, endlich in absoluten Alkohol. Mir scheint die Methode keine Vortheile vor der Aufklebemethode zu besitzen.

2) Man bringt in das Alkoholglas in halber Höhe ein Diaphragma aus Fliesspapier, der wasserhaltige Alkohol sinkt nach unten und die Organe liegen immer in starkem Alkohol. Organe kleiner Thiere, z. B. Mäuse, bindet man zusammen in ein Tüllstückchen ein, an das man eine Papieretiquette hängt, die mit Bleistift beschrieben wird, durch grössere Organstückchen zieht man einen Nähfaden und befestigt so eine Etiquette daran. Man kann auf diese Weise Organe verschiedener Thiere in einem Glase aufheben.

3) 1 Gelatine, 7 Glycerin, 6 Wasser sind zusammen im Wasserbad geschmolzen auf 100 cbcm 1 g Phenol zugesetzt und eventuell filtrirt.

sich mit einem Schlittenmikrotom in kürzester Zeit beliebig viele Schnitte von genügender Dünne 0,01—0,03 mm herstellen. Die Schnitte, die mittelst stark mit Alkohol befeuchtetem, sehr schräg stehenden Messer geschnitten sind, bringt man mit reinem Pinsel in ein Schälchen mit Alkohol, worin man sie gut verschlossen tagelang aufbewahren kann. Schliesst der Schalendeckel nicht tadellos, so ist häufiges Alkoholerneuern zu empfehlen, weil bei Verdunstung des Alkohols in dem zurückbleibenden Wasser (namentlich wenn schwacher Alkohol verwendet wurde) Fäulnisspilze auftreten können.

Schnittvorräthe lassen sich in Stöpselgläschen in Alkohol gut konserviren.

Wer über kein Mikrotom verfügt, kann auch bei einiger Uebung mit scharfem Rasiermesser aus freier Hand brauchbare Schnitte fertigen lernen.

Einbetten. In seltensten Fällen, wo das Aufkleben nicht genügt (zur Anfertigung sehr zarter Schnitte durch Darmschleimhaut, durch nicht hepatisirte Lunge u. s. f.) hat ein Einbetten des entwässerten Gewebsstückchens in Celloidin oder Paraffin einzutreten. Auch zur Anfertigung von Schnittserien mit dem Quermesser ist Einbetten nöthig.

Celloidin. Celloidin. Man fertigt eine dünne und eine syrupdicke Lösung von feingeschnittenem Celloidin in einer Mischung von gleichen Theilen Alkohol und Aether. Die vollkommen in absol. Alkohol entwässerten kleinen Gewebsstücke kommen einige Stunden in eine Aetheralkoholmischung (â), dann einige Stunden in die dünne, 24^h in die dicke Lösung von Celloidin. Man beschwert einen runden Kork unten mit Blei, umsteckt ihn oben mit einem vorstehenden Papierrand, bringt dicke Celloidinlösung und das Gewebsstück in das so entstandene Kästchen und versenkt nun den Kork in senkrechter Stellung in 80%igen Alkohol. Das Celloidin wird bald hart; zum Schneiden wird das Messer mit 80%igem Alkohol nass gehalten, die Schnitte in solchen eingelegt, dann in absolutem Alkohol das Celloidin ausgezogen und nun gefärbt.

Paraffin. Paraffin. Das in absolutem Alkohol gut entwässerte Gewebe kommt 24^h in Chloroform, dann 24^h in eine Mischung von gleichen Theilen Chloroform und Paraffin, endlich in geschmolzenes Paraffin, das auf einem regulirten Wärmeapparat auf 40—50° gehalten wird. Will man bei warmem Wetter schneiden, nimmt man schwerer schmelzbares Paraffin und umgekehrt. Die Schnitte werden mit trockenem Messer geschnitten, kommen 6—8^h in 2mal gewechseltes Terpentinöl, dann zweimal in frischen absoluten Alkohol. Erst wenn alles Paraffin und Terpentin ausgezogen ist, ist gute Färbung möglich.

§ 50. In den ungefärbten Schnitten erkennt man, wie man sich leicht überzeugt, Bakterien nur, wenn sie in gewaltigen Haufen beisammenliegen (Mikrokokkenballen); wir müssen sie also durch geeignete Färbung sichtbar machen.

Färbung der Bakterien in Schnitten. Um in Alkohol liegende Schnitte zu färben, breitet man erst einen gut auf einen Neusilber- oder Glasspatel mittelst einer Nadel aus, hebt ihn aus dem Alkohol heraus und saugt den Alkoholüberschuss mit Fliesspapier ab. Dann senkt man ihn auf dem Spatel in den Farbstoff, woselbst man ihn vom Spatel loslöst, um einen zweiten Schnitt dazuzubringen. Genügt nach einigen Minuten die Färbung, so legt man den Schnitt wieder auf den Spatel, hebt ihn heraus, saugt den Farbstoffüberschuss ab, bringt ihn in die nächste Flüssigkeit u. s. f. Es ist nie gut sehr viele Schnitte gleichzeitig in Arbeit zu nehmen, namentlich wenn man mit undurchsichtigen, stark konzentrirten Farben, Anilinmethylviolett und

ähnlichen arbeitet. Sehr dünne Schnitte lässt man während des ganzen Färbeprozesses auf dem Spatel. Bei dem Transport aus Wasser in Alkohol schrumpfen und falten sich die Schnitte leicht, aus absolutem Alkohol in Wasser gebracht breiten sich selbst stark gefaltete Schnitte meist sehr gut aus. Dünne Schnitte zerreissen dabei oft.

Die älteste, noch vielfach ganz gut anwendbare Methode (Weigert, Koch) ist folgende: Die Schnitte kommen in ein Schälchen mit wässerig-alkoholischer Lösung von Fuchsin oder Methylviolett, wie sie oben beschrieben wurde. Nach ca. 5—10 Minuten bringt man die Schnitte in Wasser oder besser in Wasser, dem auf 10 cbcm 2 Tropfen Essigsäure zugesetzt sind. Es wird nun der locker anhaftende Farbstoffüberschuss abgespült und weiter in (eventuell gewechseltem) Wasser auch aus dem Zelleib der Farbstoff ausgezogen, nur Kerne und Bakterien bleiben gefärbt. Wasser allein giebt meist wenig gut differenzirte Bilder. Für die Zeit der Einwirkung der verdünnten Essigsäure lässt sich keine ganz bestimmte Vorschrift machen, 2—3 Minuten stellen eine mittlere Dauer dar. Untersucht man jetzt die Schnitte in Wasser, so hat man meist ein befriedigendes Bild, nicht selten wird dasselbe aber beim Versuche, die Schnitte zum Zwecke der Herstellung eines Dauerpräparates successive in Alkohol, absoluten Alkohol, Xylol und Xylol-Kanadabalsam zu bringen, bedeutend schlechter, indem der Alkohol neue Mengen Farbstoff aus Zellkernen und Bakterien zieht. Man kann die entfärbende Kraft des Alkohols schwächen, wenn man ihm etwas von der Farbe, die er nicht ausziehen soll, zusetzt. Ist das Präparat sehr intensiv in der ersten Farblösung gefärbt, so kann man statt Wasser auch Alkohol oder mit etwas Essigsäure angesäuerten Alkohol zur Entfärbung benützen, welch' letzteres Mittel besonders stark, oft zu stark wirkt. Nach Weigert und Koch.

Besser als wässeriges Fuchsin färbt Karbolfuchsin; zur Entfärbung verwendet man auch nach Koch eine Lösung von kohlensaurem Kali (konzentrirte Lösung + Wasser â). Die Lösung wirkt 5 Minuten ein, dann kommt etwas fuchsinhaltiger Alkohol, einen Moment reiner absoluter Alkohol, Xylol, Kanadabalsam.

Sehr schöne Bilder liefert oft das alkalische Methylenblau von Löffler. Es sind mit dieser Methode die allergrösste Anzahl der Bakterien gut darzustellen. Nach Löffler.

Nachdem der Schnitt einige Minuten in der Farbe war, kommt er einige Sekunden in 1%ige Essigsäure, dann in absoluten Alkohol, Xylol, Balsam. Setzt man nach Löffler der Essigsäure etwas Tropäolin bis zur rheinweingelben Farbe bei, so färbt sich das Protoplasma gelb, Kerne und Bakterien blau.

§ 51. Als schönste Methode der Bakterienfärbung im Gewebe ist die Gram'sche zu bezeichnen. Sie färbt die Zellen und Zellkerne nicht, nur die Bakterien, leider aber nicht alle (vergl. § 47). Nach Gram.

Man bringt die Schnitte (oder die durch Hitze fixirten Deckglasausstrichpräparate) aus starkem Alkohol in eine Schale mit Anilingentianalösung. Wenn

sie darin nach 20 Minuten intensiv blauschwarz gefärbt sind, kommen sie für eine kurze Zeit (3 Min.) in eine Jodjodkaliumlösung (1 g Jod, 2 g Jodkalium, 300 g Wasser), durch welche starke Farbstoffniederschläge entstehen. Bringt man das schmutzigbraungrüne Präparat jetzt in absoluten Alkohol, so wird es blauroth, und es lösen sich die Farbstoffniederschläge mit Purpurfarbe auf; in immer frischem Alkohol wird das Präparat allmählich ganz farblos, geht dies sehr schwer von Statten, so kann man den Schnitt zwischendurch nochmals kurz in die Jodkaliumlösung zurückbringen.

Lässt man das Anilingentiana nur kurz, z. B. $^{1}/_{2}$ — 1 Minute einwirken, so geht die Entfärbung viel rascher, aber die gut gefärbten Bakterien verlieren leicht beim Aufbewahren die Farbe.

Weigert's Verbesserg.

Weigert hat Gram's Methode folgendermaassen verbessert: Man bringt die Schnitte aus dem Jodkalium sofort in eine Mischung von 2 Th. Anilinöl und einem Th. Xylol, in welcher dann die Differenzirung und Entwässerung erfolgt (diese Lösung muss 2 — 3 mal gewechselt werden), dann in reines Xylol, endlich in Kanada. — Nach dieser Modifikation behält das Fibrin, dessen Fäden ab und zu als Pilzfäden gedeutet wurden, eine rein blaue Farbe, während die Spaltpilze schwarzblau werden.

Hat man ein Gewebe auf Bakterien, deren tinktorielle Eigenschaften nicht bekannt sind, zu untersuchen, so wird man am besten die beschriebenen drei Methoden nebeneinander auf je 2 — 3 Schnitte anwenden. Die universellste ist die Löffler'sche Alkalimethylenblaufärbung.

Tuberkelbacillen.

Tuberkelbacillen färbt man im Gewebe gerade so wie im Deckglaspräparat (§ 46), nur lässt man hier lieber die kalte Lösung lange einwirken, als dass man Wärme anwendet. Sowohl mit Anilingentiana, als mit Karbolfuchsin erhält man schöne Bilder; nach Färbung der Zellkerne in Bismarckbraun, Abspülen in 60 %igem Alkohol, dann absolutem Alkohol, Xylol, Kanada.

Leprabacillen färben sich so auch, aber zum Unterschiede von den Tuberkelbacillen, auch in wässerigen Anilinfarben; alkalisches Methylenblau oder Karbolmethylenblau färbt Tuberkelbacillen in $^{1}/_{2}{}^{h}$ gut, die Leprabacillen nach 1 — 2 ^{h} noch unvollkommen.

Sporen kommen in im Gewebe liegenden Bakterien kaum vor, eine Ausnahme machen die Tuberkelbacillen; eine Färbung von Sporen im Gewebe ist bisher nicht ausgeführt.

Doppelfärbung.

§ 51b. Doppelfärbung. Will man die Bakterien gefärbt in einem mit der Kontrastfarbe gefärbten Gewebe haben, so tingirt man die Bakterien am liebsten violett und das Gewebe vorher mit Karmin nach den Regeln der histologischen Färbungsmethoden.

Am meisten möchte ich empfehlen, das Gewebe mit Boraxkarmin vorzufärben, wir brauchen dazu zwei Lösungen:

1. Karmin	0,5,	2. Salzsäure	1,0,
Borax	2,0,	Alkohol	70,0,
Wasser	100,0.	Wasser	30,0.

Die Mischung 1 wird in einer Porzellanschale zum Kochen erhitzt, unter Umrühren tropfenweise verdünnte Essigsäure zugesetzt, bis die blaurothe Farbe in karminroth umschlägt. Nach 24^h Stehen wird sie durch Filtration und Zusatz einiger Tropfen Phenolum liquefactum gebrauchsfertig.

In einigen Minuten färben sich Schnitte darin diffus, bringt man sie dann in Lösung 2, so tritt in einigen Minuten eine Differenzirung ein, indem unter Abgabe reichlichen Farbstoffes nur die Kerne gefärbt bleiben.

Ein solches Präparat ist zur Behandlung nach Gram, zur Tuberkelbacillenfärbung u. s. f. ganz gut.

Will man statt das Gewebe vorher zu färben dies nachträglich thun, so empfiehlt sich am meisten, wenn man die Bakterien violett gefärbt hat, die Anwendung von Bismarckbraun, hat man sie roth gefärbt, von dünnem Methylenblau.

2. Die Bereitung der Nährböden. Die Brutapparate.

§ 52. Von gleicher Wichtigkeit wie der Nachweis der Spaltpilze durch Färbung ist der Nachweis durch die Kultur. Viele Spaltpilze, z. B. zahlreiche Kokken sind durch das Mikroskop gar nicht unterscheidbar, frisch stellen sie ungefärbte, gefärbt gleich aussehende, blaue oder rothe Kügelchen dar, während oft ihre Kulturen ganz verschiedene Bilder darbieten. **Bedeutung der Kulturmethode.**

Ebenso kann es unter Umständen fast unmöglich sein, in Geweben sehr vereinzelt vorhandene Bacillen in Schnitten nachzuweisen, während es durch die Kultur sehr leicht gelingt. Endlich kennen wir viele Mikroorganismen, die in Boden, Staub, Wasser u. s. f. häufig, aber so vereinzelt vorhanden sind, dass sowohl eine mikroskopische Untersuchung als ein Kulturversuch auf den üblichen Nährböden wenig Erfolg verspricht, während sich dieselben reichlich vermehren, wenn wir einem Thiere die fraglichen Substanzen einverleiben, z. B. Tuberkelbacillen, Kaninchensepticämie u. s. f.

Unsere Kulturen legen wir stets auf absolut sterilen, gegen Verunreinigung von aussen geschützten festen oder flüssigen Nährboden an, und zwar spielen die festen und durchsichtigen Substrate in der Bakteriologie die grösste Rolle, besonders diejenigen, die leicht aus dem festen in den flüssigen Zustand und umgekehrt überzuführen sind. **Anforderung an einen Nährboden.**

§ 53. Zur Erreichung der Sterilisirung, der immer eine gründliche Reinigung vorherzugehen hat, verfahren wir folgendermassen: **Sterilisirung.**

Metallgegenstände und kleine Objekte aus Glas können durch direktes Abglühen in der Flamme des Bunsenbrenners sterilisirt werden (Platindrähte, Scheren, Messer, Pincetten, Glasstäbe); es ist dabei keine Rothgluth nöthig, in 1/2 Minute ist die Sterilisirung erreicht — es genügt übrigens schon solch kurzes Glühen um jede Schärfe der Instrumente in Bälde zu verderben. **Metall.**

Glasapparate (ebenso Metallgegenstände, wenn hierzu die nöthige Zeit vorhanden ist) werden im Trockenschranke, einem am besten doppelwandigen **Glas.**

(d. h. mit Luftmantel versehenen), viereckigen, hartgelötheten Eisenblechkasten erhitzt. Ein doppelter oder dreifacher Brenner bringt ein in den Raum eintauchendes Thermometer bald auf 150 — 160^0, hat diese Temperatur $^1/_2$ — $^3/_4$ ^{h} eingewirkt, so sind auch die widerstandsfähigsten Sporen vernichtet.

Selbstverständlich sind die Glasgefässe vorher auf's Sorgfältigste zu spülen und zuletzt mit destillirtem Wasser zu reinigen. Neues Glas giebt häufig Alkalien an Nährböden ab, die darin gekocht werden; ein 24stündiges Einlegen in verdünnte Salzsäure, dem natürlich auch wieder ein kräftiges Wässern folgen muss, beseitigt diesen Uebelstand. Man darf die Glasgefässe (Reagenzgläser, Dosen, Kolben) noch feucht von den letzten Tropfen nicht abgelaufenen Wassers in den kalten Trockenschrank bringen, der dann erst angeheizt wird.

Auch die Wattepfröpfe, die man aus gereinigter Watte fest zusammengedrückt zu pilzdichtem Verschlusse in die Hälse den Kulturkolben, Reagenzgläser etc. einzudrehen pflegt, vertragen diese Sterilisirung, sie bräunen sich etwas, bleiben aber funktionsfähig. Ebenso Papier, Leinwand etc.

Kautschuk.

Dagegen lässt die trockene Hitze im Stich, wenn Kautschukgegenstände, Stöpsel und Schläuche sterilisirt werden sollen — dies besorgt man durch wenigstens 10 Minuten langes Einlegen und eventuelles Abbürsten in 1 $^0/_{00}$iger Sublimatlösung oder $^1/_2$ stündiges Einlegen in strömenden Dampf. Nachher sind diese Gegenstände natürlich mit sterilisirtem Papiere gründlich zu trocknen und eventuell eingewickelt aufzuheben.

Bei Gegenständen, die weder einer hohen trockenen Hitze, noch der Einwirkung von Sublimat oder anderen Desinfizientien, ohne Schaden zu leiden, ausgesetzt werden können (namentlich Nährböden), tritt die Sterilisirung durch heisse Dämpfe an die Stelle, die sehr bequem und billig im Koch'schen Dampftopf geschieht.

Fig. 27.
Koch's Dampftopf.

Koch's Dampftopf.

Ein mit Filz bekleideter Eisen- oder Kupferblechcylinder von 75 cm Höhe und 30 cm Weite ist zu etwa $^1/_5$ mit Wasser gefüllt; in etwa $^1/_3$ der Höhe ist ein Blechrost, auf den die zu sterilisirenden Flüssigkeiten, Gelatinen, Kartoffeln u. s. f. in geeigneten Gefässen ev. mit Wattepfropf verschlossen sich befinden. Auf den Cylinder wird ein ebenfalls mit Filz bekleideter, flach kegelförmiger Deckel locker (nicht dicht) aufgesetzt, durch eine Oeffnung in seiner Spitze geht ein Thermometer, das in den Dampfraum eintaucht. Stellt man 2 — 3 Brenner unter den Cylinder, so tritt bald ein Sieden des Wassers ein und das Thermometer zeigt den Siedepunkt des Ortes an, also 100^0 an der Meeresküste und der Tiefebene, 98 bis 99^0 an den Orten des deutschen Hügellandes. Von diesem Punkte ab genügt $^1/_2$ ^{h} zur Sterilisirung der eingebrachten Nährböden; es ist aber strenge Einhaltung dieser einfachen Vorschriften nöthig, um wirklich

„strömenden“ Wasserdampf in geeigneter Anwendungsweise zu erhalten, meist lässt man übrigens den Apparat 1 h in Thätigkeit.

Auch Kork- und Gummistöpsel, Papier, Leinwand, Gefässe u. s. f. lassen sich so sterilisiren[1]). In Ermangelung von Gas lässt sich der Apparat auch auf einen Kochherd setzen.

Rascher und energischer als der ohne Druck arbeitende billige Koch'sche Dampfapparat sterilisiren die sogenannten Autoclaven: Solide Metallcylinder mit verschraubbarem Deckel und verstellbarem Sicherheitsventil, die unter dem Drucke mehrerer Atmosphären bei 100 bis 120° eine Sterilisirung erlauben. Es ist, um sichere Sterilisirung zu erreichen, nur nothwendig, zuerst bei geöffnetem Ablassventil durch die Dämpfe des kochenden Wassers einmal alle schlecht wärmeleitende Luft aus dem Apparat auszutreiben, d. h. den Hahn, nachdem das Thermometer 100° zeigt, noch 2—3 Minuten offen zu lassen. Nachdem derselbe dann geschlossen ist, steigt die Temperatur rasch (in 10 Min.) auf 120°, bei welcher Temperatur in 10 weiteren Minuten Flüssigkeitsmengen bis zu 50 cbcm sterilisirt sind, grössere etwas langsamer. Autoclaven.

Das Ablassen des Dampfes am Schlusse des Versuches hat sehr langsam, binnen etwa 5 Minuten in kleinen Portionen, zu geschehen, um ein Aufschäumen und Verspritzen des Inhaltes in den sterilisirten Gläschen zu vermeiden. Namentlich zum Agarkochen ist der Autoclav vorzüglich brauchbar.

§ 54. Manche Bacillensporen besitzen eine solch enorme Resistenz gegen Hitze, dass Flüssigkeiten, die dieselben enthalten, nur mit gespanntem Dampfe auf einmal sicher sterilisirt werden können; so sterben Heubacillensporen erst bei 3stündigem Erhitzen auf 100° ab, bei 105° in 15 Minuten, bei 107° in 10 Minuten, bei 110° in 5 Minuten. Globig fand einen rothen Kartoffelbacillus, dessen Sporen erst in 6 h bei 100°, in 1/2 h bei 110° abstarben. Verfügt man nicht über einen Autoclav, so erhitzt man die zu sterilisirenden Flüssigkeiten an einigen aufeinander folgenden Tagen je 1/2 h bis 1 h auf 100°; es werden so immer wieder die Sporen vernichtet, die in der Zwischenzeit zu Bacillen ausgekeimt sind. (Fraktionirte Sterilisirung.) Fraktionirte Sterilisirg.

Die höhere Widerstandsfähigkeit der Sporen kann zum Entscheid der Frage dienen, ob nachgewiesene Mikroorganismen als Bacillen oder Sporen vorhanden waren. Was z. B. nach 1/4stündigem Erwärmen auf 75° noch am Leben ist, ist in Sporenform vorhanden.

§ 55. Um die Hände sicher zu sterilisiren, empfiehlt Fürbringer hintereinander folgendes zu thun: Sterilisiren der Hände.

1. Sorgfältiges mechanisches Putzen der Nägel.
2. 1 Minute Abbürsten der Hände in spec. der Unternagelräume mit Bürste, warmem Wasser und Seife.
3. 1 Minute Eintauchen in wenigstens 80prozentigem Alkohol.
4. 1 Minute Waschen und Kneten der Hände in 1‰ Sublimat oder 5% Karbol.
5. Entweder Abtrocknen an frischgewaschenem Handtuche oder Trocknen der Hände durch successives Abspülen mit Alkohol und Aether.

---

1) Ueber Sterilisirung durch Filtration § 79.

Zur Antiseptik bei Thierversuchen dient 1 °/oo Sublimat; verletzt man sich bei einer Sektion, so sucht man durch Drücken, allenfalls auch durch einen Schnitt die Blutung zu befördern und wäscht die Wunde mit 1 °/oo Sublimat. Sublimatlösung, die zu chirurgischen Zwecken dient, wird mit 0,5 °/o NaCl versetzt, um sie haltbarer zu machen und um einer Ausfällung des Sublimats durch eiweisshaltige Flüssigkeiten vorzubeugen.

Zur Vernichtung von alten Reagenzglas-, Dosen- etc. Kulturen dient meist ein Uebergiessen mit einer starken, ca. 1/2—1 °/oigen Sublimatlösung, die man durch Ansäuern mit Salzsäure oder Weinsäure wirksamer macht; schon die Zugabe von 1/2 °/oo dieser Säuren ist wirksam, gewöhnlich setzt man 1/2 °/o zu. Sind die Kulturen 24 h mit der Desinfektionsflüssigkeit überschichtet stehen geblieben, so wird dieselbe abgegossen und heisses Wasser eingegossen oder besser der Gläserinhalt im Dampftopfe gekocht. Dann werden die Gläser ausgegossen und mit Wasser und Gläserbürste gründlich gereinigt.

Flüssige Nährböden.

§ 56. Die Nährböden. Die wichtigsten flüssigen Nährböden sind folgende:

Bouillon.

Bouillon. 500 g Rindfleisch werden fein zerhackt, mit 1 Liter Wasser übergossen, über Nacht im Eisschranke oder Keller stehen gelassen, die trübe Flüssigkeit abgegossen, das Fleisch erst mit der Hand locker ausgedrückt, dann entweder mit einem Kolirtuche oder besser einer Fleischpresse energisch ausgepresst. Die erhaltene Flüssigkeit wird auf 1 Liter aufgefüllt, 10 g reines trockenes Pepton und 5 g Kochsalz zugefügt und nun die Masse im Dampftopfe in einem 2-Literkolben gekocht. Nach 1/2 Stunde nimmt man durch tropfenweisen Zusatz von konzentrirter Sodalösung unter Verwendung von violettem Lackmuspapier die schwache Alkalisirung der sauern missfarbenen Brühe vor und kocht nun nochmals eine Stunde, um eine vollkommene Ausscheidung der koagulirbaren Eiweisstoffe zu erreichen. Nun filtrirt man eine kleine Probe ab; ist sie noch schwach alkalisch und bleibt sie, im Reagenzglase einige Minuten gekocht, klar, so kann die ganze Bouillon filtrirt werden. Trübt sich die Probe schwach beim Kochen, oder ist die Reaktion wieder schwach sauer geworden, so ist die neutralisirte Bouillon eventuell unter Zusatz von noch ein wenig Soda nochmals im Dampftopfe aufzukochen und erst jetzt zu filtriren. Die Filtration geht auf einem Faltenfilter sehr schnell von Statten. Das Filtrat wird in sterilisirten Kölbchen aufgefangen und in denselben im Dampftopfe nochmals aufgekocht, um etwa aus der Luft hineingefallene Keime zu tödten; oder es wird gleich in Mengen von 5—10 cbcm in sterilisirte Reagenzgläser vertheilt und in ihnen nochmals aufgekocht, was man am besten am nächsten Tage wiederholt.

Zuweilen lässt man das Pepton weg oder setzt neben Pepton 1 °/oigen Traubenzucker zu u. s. f.; man hat auch 1 Liter Bouillon aus 20—30 g Koch-schem Pepton, oder aus 5 g Fleischextrakt, 5 g Traubenzucker und 10 g trockenem Pepton bereitet. Stets muss neutralisirt resp. schwach alkalisch gemacht werden.

Fleischextraktlösung enthält oft schwer zerstörbare Sporen und muss deshalb etwa 3 Mal je 1^h in 12 stündigen Intervallen im Dampftopfe gekocht werden. Häufig findet sterilisirte Milch Anwendung. Frische Milch wird im Dampftopfe in Reagenzgläschen mit Watte verschlossen 1^h sterilisirt, an den beiden folgenden Tagen wird die Prozedur je 30 Minuten lang wiederholt. Da der Rahm aufsteigt, so müssen die Gläschen für manche Zwecke öfters geschüttelt werden. Bei der Bereitung dieser Nährlösungen thut man gut, sich immer eine Anzahl Reagenzgläser voll sterilisirtes Wasser und $^1/_2$ % NaCl-Lösung nebenbei anzufertigen, da man beides oft braucht[1]). Milch.

§ 57. Feste Nährböden. Kartoffeln. Nicht zu mehlige, gesunde Kartoffeln werden geschält und in 1 cm dicke Scheiben geschnitten, wobei alles entfernt wird, was nicht ganz gesund erscheint. Die Scheiben kommen einzeln roh in kleine sterilisirte, mit Deckel versehene Glasdosen und dann 1 Stunde in den Dampftopf, wobei sie gleichzeitig gekocht und sterilisirt werden (E. Esmarch). Andere empfehlen, Kartoffelcylinder von Reagenzglasweite mit einem Korkbohrer auszustechen, dieselben diagonal zu halbiren und je eine Hälfte in ein sterilisirtes Reagenzglas zu bringen und im Dampfe zu kochen. Um zu vermeiden, dass das untere Ende des Kartoffelstückes in Kondenswasser taucht, verengt man die Reagenzgläser über deren unterem Ende etwas. Feste Nährböden. Kartoffel. Nach Esmarch.

Früher war eine andere, umständlichere Art der Kartoffelpräparirung üblich. Sorgfältiges Abbürsten der rohen Kartoffeln, Ausstechen der „Augen“, Einlegen für 1^h in 1 ‰ (besser 1 %) Sublimatlösung, um die noch etwa anhaftenden, äusserst widerstandsfähigen Sporen von Erdbacillen zu tödten; $^3/_4$ stündiges Kochen in einem Blechgefässe mit durchlöchertem Boden im Dampftopfe, dann rasches Halbiren der heissen Kartoffeln mit in der Flamme erhitztem Kartoffelmesser, wobei die Kartoffel mit in Sublimat getauchten Fingern an 2 Polen angefasst wird. Sofort nach dem Auseinandernehmen der beiden Hälften legt man sie, die Schnittfläche nach oben, rasch in eine mit feuchtem Fliespapier ausgekleidete Glasglocke. Bei der Kartoffelbereitung muss sehr energisch sterilisirt werden, sonst überwuchern saprophytische Pilze (sogenannte Kartoffelbacillen), die durch ihre resistenten Sporen leicht der gewöhnlich üblichen Sterilisirung entgehen, rasch die angelegten Kulturen. Auch steifer Kartoffelbrei in Glasdosen eingestrichen giebt einen schönen glatten Nährboden. Aeltere Methode.

§ 58. Durchsichtige feste Nährböden. Bouillonpeptongelatine (Koch). Zur Zeit der häufigst angewendete Nährboden. Koch'sNährgelatine.

Man verfährt wie bei der Bouillonbereitung (§ 56), giebt aber zum Fleischsafte vor dem Aufkochen ausser 0,5 % Salz und 1 % Pepton 6—8—10 % feinste Herstellung.

1) Nur selten finden andere künstliche Nährlösungen Verwendung: Die von Pasteur enthält auf 100 Th. Wasser, 1 Th. Ammoniumtartrat, 10 Th. Kandiszucker und die Asche von 1 Th. Hefe. Die Cohn'sche Nährlösung auf 100 Th. Wasser, 0,5 Kaliumphosphat, 0,5 Magnesiumsulfat, 0,05 dreibasisches Calciumphosphat, 1 Th. Ammoniumtartrat.

Gelatine, die man zu kleinfingergrossen Stückchen zerschnitten hat, um sie bequem in den Kolben einfüllen zu können. Im Wasserbade erwärmt man nun unter einigem Umschütteln, bis alle Gelatine geschmolzen, macht mit Soda schwach aber deutlich alkalisch (rothes empfindliches Lackmuspapier muss deutlich gebläut werden) und setzt nun den Kolben $^3/_4$ — 1^h in den Dampftopf. Ist die Reaktion jetzt noch schwach alkalisch oder neutral, so kann man filtriren, was durch ein mit Wasser befeuchtetes Faltenfilter zu geschehen hat. Da die Gelatine leicht erstarrt, so bedient man sich am besten eines Heisswassertrichters, d. h. eines Apparates, bei welchem der das Filter tragende Glastrichter von einem mit heissem Wasser gefüllten Metalltrichter umgeben ist. Eine kleine Flamme hält das Wasser warm. Hat man keine Wärmvorrichtung, so filtrirt man am besten durch einen mittelgrossen Glastrichter, giesst nur wenig aber immer recht warme Gelatine auf und deckt zwischen dem Aufgiessen mit einer Glasplatte zu. Vorsichtiges Bestreichen des Trichters mit einer Bunsenflamme unterstützt das Filtriren sehr. Auch Einhüllen des heissen, gefüllten Trichters in ein dickes Wolltuch kann das Filtriren erleichtern.

Eigenschaften.

Ist die Gelatine gelungen, so filtrirt sie krystallklar, schwach alkalisch, ziemlich leicht und erstarrt leicht; anderemale — wohl meist nach zu kurzem Kochen — filtrirt sie sehr schwer, erstarrt immer wieder; hat man zu lange hintereinander gekocht, so verliert der Leim die Gelatinirbarkeit und ist dann unbrauchbar. Ist das Filtrat nicht ganz klar, so lässt sich, wenn es zu stark alkalisch ist, oft durch ein Tröpfchen Essigsäure und Umschütteln helfen (Auflösung basischer Phosphate), mit Eintreten der schwach alkalischen Reaktion ist die Klärung erreicht. Andere Male ist trotz richtiger Reaktion die Trübung noch da, und auch nochmaliges Filtriren hilft nicht viel. Man kann dann das Weisse von 2 Eiern zusetzen, umschütteln und nochmals $^1/_2$^{h} im Dampftopfe kochen, das gerinnende Eiweiss reisst dann gewöhnlich die Trübung mit.

Trübungen.

Die in einen sterilisirten Kolben filtrirte Gelatine wird entweder mit Watte verschlossen oder gleich in Portionen von etwa 5—10 cbcm in sterilisirte Reagenzgläser vertheilt und nach dem Erstarren an 2 folgenden Tagen je $^1/_2$^{h} aufgekocht. Einen Theil der Gläschen lässt man schliesslich in schräger Stellung erstarren, um Gelatine mit grosser Oberfläche zu erhalten. Zu anderen kann man einige Tropfen wässeriger Lösungen von Methylenblau, Lackmus, Fuchsin zusetzen (Farbröhrchen), um die Einwirkung der Bakterien auf diese Farbstoffe zu studiren. Häufig ist ein Zusatz von 1—2 % Traubenzucker, in neuerer Zeit auch von 3—10 % Glycerin zur Nährgelatine angewendet worden. Die Farbe der Fleischsaftpeptongelatine ist um so dunkler gelb je unreiner, um so farbloser je reiner das Pepton war. Den Gelatinegehalt nimmt man vielfach im Sommer 10 (ja bis 15 %) um den Schmelzpunkt hinaufzurücken, im Winter arbeiten viele mit 6—8 %iger. Ich habe es praktischer gefunden für gewöhnlich stets mit 10 %iger Gelatine zu arbeiten.

Andere Gelatinemischungen.

Würzegelatine.

Würzegelatine erhält man, indem man ungehopftes Malzinfus (Würze)

mit 10 % Gelatine versetzt, ohne Neutralisirung kocht und filtrirt. Auf diesem schwach saueren Nährboden gedeihen namentlich Hefearten und Fadenpilze.

§ 59. Bouillonpeptonagar. Man bereitet eine fertige Bouillon wie oben beschrieben (§ 56), setzt 10 g möglichst fein zerpflückten präparirten Agar[1]) zu und erhitzt so lange im Wasserbade bis die Flüssigkeit sehr heiss ist; jetzt bringt man den abgetrockneten Kolben auf ein mit Asbest locker bedecktes Drahtnetz und kocht erst auf kleiner, dann etwas grösserer Flamme, bis der Agar gelöst ist. (Agar löst sich sehr langsam, auch in gequollenem Zustande fängt er erst bei ca. 90° zu schmelzen an.) Ist die Lösung vollendet, so wird schwach alkalisch gemacht, wozu viel weniger Sodalösung als bei der (an sich saueren) Gelatine nöthig ist. Darnach wird, um das Produkt filtrirbar zu machen, das Kochen auf kleiner Flamme unter Ersatz des reichlich verdampfenden Wassers noch ca. 3^h unterhalten, wobei man sich vor einem Ueberkochen der schäumenden Flüssigkeit zu hüten hat. Das Kochen kann als vollendet angesehen werden, wenn sich weissgelbliche, derbe Flocken leicht absetzen. Filtriren ist nur mit Heisswassertrichter und geeignetem dünnem Filtrirpapier möglich und oft eine Geduldprobe. Krystallklar wie Gelatine wird Agar kaum, leichte Opalescenz schadet aber gar nichts. Für viele Zwecke genügt eine Filtration durch ein dichtes Wollentuch oder einem dichten Wattepfropf. Wenn man unter vermehrtem Drucke filtriren kann, beschleunigt dies sehr; empfohlen wird im Autoclav zu filtriren. Der filtrirte Agar wird wie die Gelatine weiter behandelt, nur kann man ihn so lange und oft kochen als man will, seine Gelatinirbarkeit verliert er nicht. Bouillon-peptonagar.

Will man Agar schräg erstarrt verwenden, so muss man die Röhrchen wochenlang ruhig liegen lassen, erst nach dieser Zeit ist genügende Wasserverdunstung eingetreten, so dass der Agar am Glase haften bleibt.

Agar ist unangenehm zu bearbeiten, weil er nach jedem Verflüssigen beim Erstarren stets Wasser auspresst, was das Haften am Glase erschwert. Zusatz von 1 bis 2 % Gelatine oder ebensoviel Gummi arabicum verbessert diesen Fehler.

Glycerinagar, d. h. der eben beschriebene Agar mit 7 % Glycerin versetzt, ist von Nocard u. Roux (Annal. de l'inst. Pasteur I 1887 Nr. 1) als ausgezeichneter Nährboden für Tuberkelbacillen empfohlen und hat sich rasch eingebürgert. Glycerin-agar.

Der Hauptunterschied von Agar- und Gelatinenährböden bei der üblichen Bereitungsweise ist:

1. Agar verflüssigt sich erst bei Temperaturen von ca. 90°, erstarrt etwa bei 45°, bei Bluttemperatur ist er also noch fest. Keine Bakterienart bildet ein Agar verflüssigendes Ferment.

---

1) Agar, früher Agaragar genannt, ist ein namentlich aus einem schleimigen Kohlehydrat (Gelose der Franzosen) bestehendes Präparat ostasiatischer Meeres-Algen: Gigartina und Gracilaria (Sphaerococcus). Man verwendet Agar meist in lockere 4kantige Stengel gepresst.

2. Nährgelatine schmilzt bei ca. 23—25°, verliert also bei dieser Temperatur die Vortheile des festen Nährbodens. Eine Menge von Bakterienarten verflüssigen die Gelatine durch Fermentproduktion: Reinkulturen dieser Arten auf Gelatine gewinnen deshalb oft ein sehr charakteristisches Aussehen, Plattenkulturen zerfliessen aber aus dem gleichen Grunde leicht.

Blutserum.

§ 60. Neben den genannten beansprucht noch ein allerdings seltener angewandter Nährboden, das **Blutserum**, eine kurze Erwähnung wegen seiner Unentbehrlichkeit für die Züchtung gewisser pathogener Bakterien in virulenter Form: Tuberkelbacillen, Gonokokken. Das Herzblut der Schlachtthiere (namentlich Hammel) wird in sterilisirten ca. 20 cm hohen, 8—10 cm weiten Cylindern mit gut eingeschliffenen Stöpseln aufgefangen. Man befeuchtet hierzu die Brust in der Umgebung der Stichstelle vorher gründlich und fängt erst den zweiten Theil des ausströmenden Blutes auf, da der erste Theil stets etwas Schmutz mitreisst. Man schliesst sofort das Gefäss und bringt es baldmöglichst in den Eisschrank; nach 24—36^h **ganz ruhigem** Stehen hat man ein gelbes klares Serum und einen festen Blutkuchen.

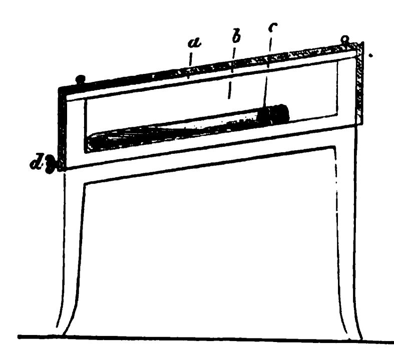


Fig. 28.
Apparat zum Sterilisiren von Blutserum.

Erstarrung des Serum.

Man hebt nun mit sterilisirter oben mit einem Wattepfropf locker verschlossener Pipette das Serum klar ab, füllt es in sterilisirte Reagenzgläser und lässt es in diesen in einem besonderen Apparat (Fig. 28) bei 65° in schräger Stellung erstarren. Höhere Temperaturen sind zu vermeiden, denn es wird von 68° ab die erstarrte Masse trüb, während bei 65° eine bernsteingelbe klare Masse erhalten wird.

Der Kasten, in dem die Erstarrung vorgenommen wird, ist doppelwandig, aus Eisenblech, mit warmem Wasser und mit Glasdeckel geschlossen. Man muss ihn sehr vorsichtig mit kleiner Flamme heizen unter steter Beobachtung eines in den eingeschlossenen Luftraum eintauchenden Thermometers.

Hat man sorgfältig gearbeitet, so ist der Inhalt der Mehrzahl der Röhrchen steril; man bringt, um sich davon zu überzeugen, die Röhrchen 3 mal 24^h in den Brutschrank bei 30—35°; diejenigen, die sich dabei nicht unter Pilzentwickelung trüben, sind sicher steril und brauchbar.

Fraktionirte Sterilisirung

Früher unterwarf man nach **Koch's** Vorschrift das Blutserum vor dem Erstarren einer fraktionirten Sterilisirung, indem man es 6 Tage lang täglich in dem Apparate 1—2^h auf 58° erwärmte, wobei es noch flüssig bleibt.

Jetzt begnügt man sich meist mit sauberster Arbeit und Ausscheidung des Missrathenen. 90% der Röhrchen sind in guten Versuchen steril. Die Sterilisirung bei 58° ist mühelos, wenn man über einen genau einstellbaren, resp. einen ein- für allemal auf 58° eingestellten Thermostaten verfügt; muss man aber jeden Tag auf's neue 1—2^h da-

bei stehen und aufpassen, dass die Temperatur des Sterilisirungskasten 58° nicht übersteigt, so wird die Methode äusserst zeitraubend.

Löffler setzt zu 3 Theilen Blutserum 1 Theil sterilisirter neutralisirter Bouillon mit 1 % Pepton, 1 % Traubenzucker, 0,5 % Na Cl. Die Erstarrbarkeit wird dadurch nicht verändert, der Nährwerth für viele Bakterien erhöht. — Zusatz von 6—8% Glycerin soll auch sehr gut sein (nach Nocard und Roux), dadurch wird die Erstarrungstemperatur auf 75—78° erhöht, es ist also auch energischere Sterilisirung möglich (vergl. unten).

Blutserum-gelatine.

Blutserum-Gelatine nach Koch und Hüppe ist steril aufgefangenes oder sterilisirtes flüssiges Blutserum auf 37° erwärmt mit einer ca. ebenso warmen 20%igen Nährgelatine (oder 2 % Nähragar) zu gleichen Theilen gemischt, eventuell noch einige Tage bei 52° 1ʰ lang erwärmt. Diese Mischung vereinigt die Vortheile der Gelatine und des Blutserums. Sie hat den Nährwerth des letzteren und kann bei vorsichtiger Erwärmung verflüssigt und wieder erstarrt werden.

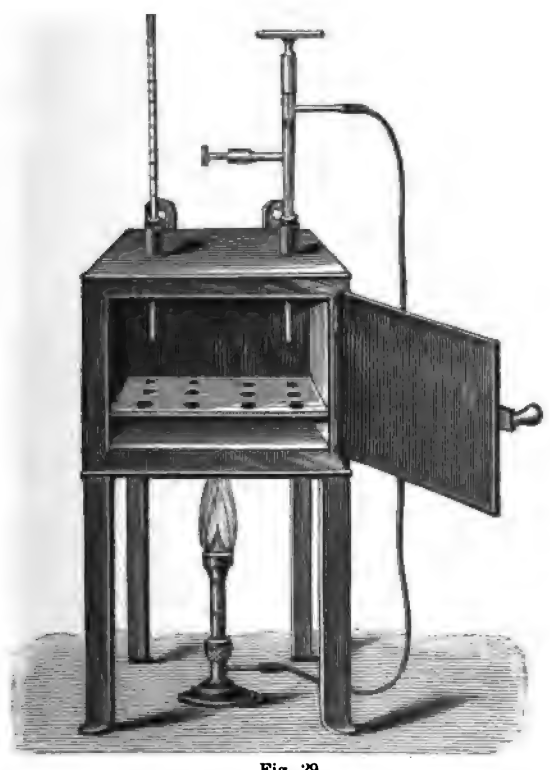


Fig. 29.
Einfachster Wärmkasten oder Trockenschrank.

Eier.

Nach Hüppe sind auch rohe, gereinigte mit Sublimat aussen desinfizirte, dann mit sterilisirtem Wasser gewaschene und tüchtig durchgeschüttelte Eier, in die man ein nach der Infektion mit sterilisirtem Papier und Kollodium zu schliessendes Fensterchen einbricht, ein guter, sehr bald sauerstoffreier Nährboden; auch steril im Reagenzglas aufgefangenes Eiweiss oder Eigelb eignen sich für manche Arten.

Temperaturintervall für d. Bakterienwachsthum.

§ 61. Eine grosse Anzahl Bakterien gedeihen und vermehren sich in einem sehr grossen Temperaturintervall etwa von 10—12 bis zu ca. 40° Cels.; andere z. B. Bacterium phosphorescens Fischer vermögen dagegen bei 0° zu wachsen und werden schon bei 30° stark gestört, indess noch andere (sich namentlich in der Erde vorfindende) erst bei 50° wachsen und auch sporenfrei erst bei 70° getödtet werden.

Ihr Optimum erreicht die Vegetation der meisten bisher kultivirten Arten etwa bei 25° Celsius, während zahlreiche andere, namentlich pathogene Arten,

bei ca. 37° am besten gedeihen. Um Sporenbildung rasch zu erhalten, ist im Allgemeinen wärmere Temperatur zu wählen.

Brutkasten.

Apparate zur Erzeugung dieser Temperaturen können am einfachsten aus grossen, ca. 1 Meter hohen, 80 cm breiten und 40 cm tiefen, doppelwandigen, wassergefüllten Kästen aus verbleitem Eisenblech hergestellt werden, die man aussen mit Filz oder auch Holz und Schlackenwolle überzieht. Bei einem Wasserinhalt von vielen Litern genügt es, Tag und Nacht eine kleine Gasflamme darunter brennen zu haben, um auch bei ziemlichen Schwankungen des Gasdruckes die Temperatur, z. B. bei 30—33° oder bei 25—28°, zu erhalten. Wünscht man genauere Regulirung der Temperatur (auf $^1/_2$—1°), namentlich bei kleineren Thermostaten (ein primitives Modell zeigt Fig. 29), so ist entweder durch einen Gasdruckregulator, der an den meisten Orten enorm schwankende Gasdruck annähernd konstant zu erhalten, oder es sind Thermo-Regulatoren zu verwenden, am besten werden beide Apparate gleichzeitig verwendet.

Gasdruckregulatoren.

§ 62. Gasdruckregulatoren wollen meist den Gaszufluss bei verschiedenem Drucke in der Leitung automatisch konstant halten. Sie sind so eingerichtet, dass der steigende Gasdruck durch Vermittlung einer elastischen Membran oder eines konischen durch eine Feder angedrückten Ventils und dergl. mehr den Querschnitt des Zuführungsrohres verengt, so dass bei starkem Drucke durch den engen Querschnitt so viel Gas strömt, als bei schwachem Drucke durch den weiten. — Bei der beschränkten Dauerhaftigkeit solcher automatischer Regulatoren begnügt man sich auch oft damit, sowie der Gasdruck steigt, durch ein Gewicht (s. Fig. 30) ein konisches Ventil entsprechend in das Gaszuführungsrohr einzudrücken und so den Gaszutritt zu beschränken; nimmt der Gasdruck wieder ab, entfernt man das Gewicht. Man lernt bald, zu welchen Tageszeiten der Gasdruck hoch, zu welchen er nieder ist, und was für Gewichte zum Konstanthalten nöthig sind.

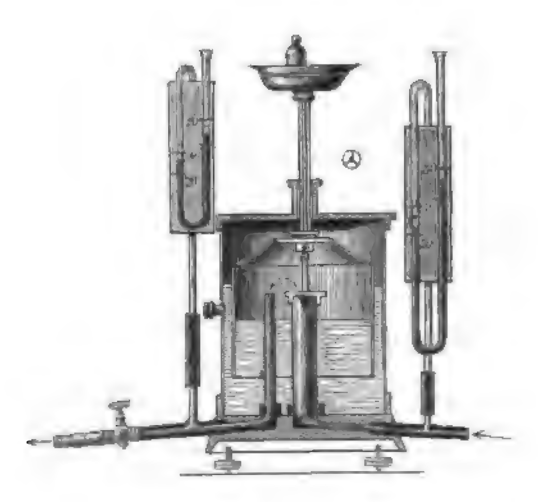


Fig. 30.
Gasdruckregulator nach Moitessier.

Thermoregulatoren.

Die viel verbreiteteren Thermoregulatoren wollen die Temperatur eines bestimmten Raumes dadurch konstant halten, dass die höhere Temperatur des Raumes selbst durch die Ausdehnung, z. B. von Quecksilber den Querschnitt des Gaszuflusses beschränkt. Ein einfaches System ist z. B. folgendes (Fig. 31 b): In ein weiteres, unten eiförmig erweitertes Rohr (Q) ist ein engeres, unten ausge-

zogenes (E) eingeschmolzen. In die Erweiterung kommt etwas Quecksilber, und hierauf wird der Apparat in Wasser gestellt, das gerade die Temperatur besitzt, für die der Regulator funktioniren soll, z. B. 70°.

Das sich ausdehnende Quecksilber steigt im inneren Rohre (E) eine Strecke weit empor und es ist nun das unten schräg abgeschnittene Gaszuführungsrohr (Z), das den Stöpsel durchbohrt, so weit gegen das Quecksilber vorzuschieben, dass seine Spitze eben eintaucht. Hierauf bringt man den Apparat mit seiner unteren Hälfte in den zu regulirenden Luftraum, verbindet das Gaszuführungsrohr mit der Gasleitung (in Fig. 29 nicht gezeichnet), das Abführungsrohr mit dem Brenner (Fig. 29) und beobachtet, nachdem man den Brenner angezündet, durch ein feines Thermometer die Kastentemperatur.

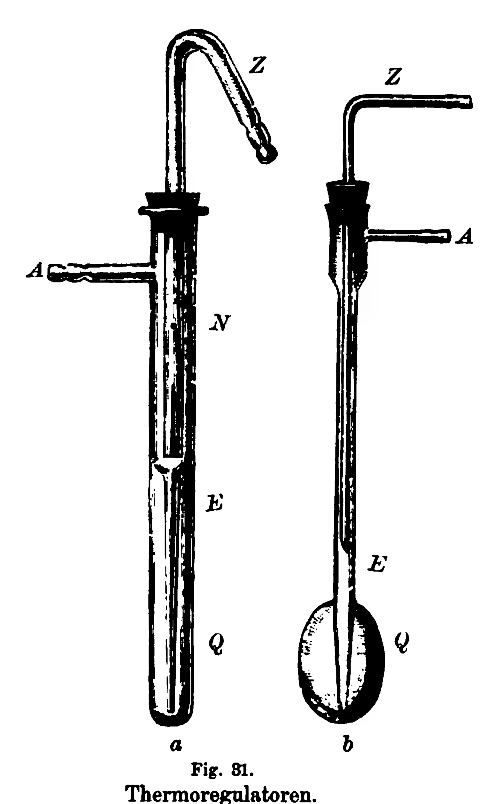


Fig. 31.
Thermoregulatoren.

Es stellt sich nun folgendes Spiel ein: Durch die steigende Temperatur dehnt sich das Quecksilber aus und verschliesst immer mehr die Oeffnung des Gaszuführungsrohres; die Temperatur steigt immer langsamer. Das Zuführungsrohr muss so tief eintauchen, dass bei dem mittleren Gasdrucke und der gewünschten Temperatur gerade Gas genug zuströmt, um letztere konstant zu erhalten. Sowie der Gasdruck nennenswerth steigt, wird die Flamme grösser, das Quecksilber steigt etwas; jetzt nimmt die Gaszufuhr wieder ab, das Quecksilber sinkt, die Flamme wird wieder grösser; das Resultat dieses Spieles ist, dass die Temperatur des Trockenschrankes etwas, wenn auch lange nicht so hoch wie ohne Regulator steigt. Nimmt der Gasdruck plötzlich stark zu, so kann das sich ausdehnende Quecksilber vorübergehend die Gaszufuhröffnung ganz verschliessen, so dass nur noch die Nothöffnung N (in Fig. 31a gut zu sehen) funktionirt; rasch sinkt nun Quecksilber und Temperatur, die Zufuhröffnung wird frei, und das Spiel wiederholt sich von Neuem.

Bei nicht zu sehr schwankendem Gasdrucke und sorgfältiger Einstellung genügen diese Apparate, um die Temperatur auf etwa 2—5° konstant zu halten. Fig. 31a stellt einen ähnlichen Apparat dar, nur zeigt hier das Zuführungsrohr (z) einen Schlitz statt einer Spitze. Natürlich darf der Gasdruck nicht so stark und das Nothloch gleichzeitig so weit sein, dass auch bei Verschluss des Zuführungsrohres

noch eine Flamme entsteht, die die Temperatur steigen macht. — Alle Quecksilber enthaltenden Regulatoren sollten in Stahlhülsen stecken, sonst verdirbt ein zerbrochener Regulator durch Amalgamirung den ganzen Trockenschrank.

Nach Soxhlet.

Praktisch sind auch die vielfach angewendeten Regulatoren von Soxhlet (Fig. 32), in denen absoluter Alkohol als regulirende, Quecksilber nur als Sperrflüssigkeit funktionirt, namentlich für niedere Temperaturen. Die Füllung und Instandsetzung geschieht so:

Man verschliesst die Erweiterung des U förmigen Theiles (bei *N*) mit einem Stöpsel, verbindet das seitlich angeschmolzene Rohr E mittelst Kautschukschlauch und Glasrohr mit dem Luftschlauche der Wasserluftpumpe, evakuirt, klemmt den Verbindungsschlauch mit den Fingern zu, zieht ihn vom Verbindungsglasrohr ab und taucht denselben in ein mit absolutem Alkohol gefülltes Glas; nach Wiederholung dieser Prozedur und passendem Neigen ist der Apparat inklusive des U förmigen Theiles mit absol. Alkohol gefüllt. Man erhitzt nun durch Einstellen des Regulators in heisses Wasser, den Alkohol zum Sieden, um die absorbirte Luft auszutreiben, beseitigt die im oberen Knie angesammelten Luftblasen durch Neigen und bringt nun den Regulator in ein Wasserbad, dessen Temperatur der gewünschten Maximaltemperatur, für welche der Regulator eingestellt werden soll, entspricht (z. B. 40° C.). Nachdem der untergetauchte Theil des Regulators die Temperatur des Wasserbades angenommen hat, giesst man so viel Quecksilber in die obere Oeffnung, dass dasselbe bis knapp an die Erweiterung des U förmigen Rohres reicht, wie in Fig. 32 *B* angedeutet. Durch schwaches Neigen des Regulators lässt man etwas Alkohol von *a* nach *b* übertreten, so dass das Quecksilber bei *a* etwa um ½ cm steigt, bei *b* um eben so viel sinkt; den übergetretenen Alkohol entfernt man mit Filtrirpapier. Der so gefüllte Regulator ist nun für die bei der Justirung eingehaltene und für bis 10—12° niedrigere Temperaturen zu benützen (also hier 40—30, resp. 28° C.); die niedrigste Temperatur ist jene, bei welcher das Quecksilber den in Fig. 32 *C* angedeuteten Stand einnimmt. Bei höheren oder niedrigeren Temperaturen als jenen, für welche der Regulator justirt ist, geräth derselbe in Unordnung, indem Alkohol über das Quecksilber resp. Luft in den Alkoholraum gelangt. — Um den justirten Regulator für eine bestimmte Temperatur genau einzustellen, verfährt man wie folgt: Nachdem das Wasserbad hinreichend lange auf der gewünschten Temperatur erhalten und der untergetauchte Theil des Regulators die Temperatur des Wasserbades angenommen hat, nähert man das Gaszuführungsrohr, welches sich in der Bohrung des Korkes (nicht Kautschukstöpsel!) mit mässiger Reibung verschiebt, so weit der Quecksilberkuppe, dass die Gasflamme die Mittelstellung zwischen grösster und kleinster Flamme einnimmt. Ist nach einiger Zeit die Temperatur um einige Zehntel Grad zu hoch oder zu niedrig, so verschiebt man das Gaszuführungsrohr noch um ein Geringes, bis die gewünschte Temperatur erreicht ist. Der Gasdruck muss so sein, dass er bei unverlegtem Gaszuflussrohre eine zu grosse Flamme, bei alleinigem Funktioniren des Nothloches eine zu kleine liefert.

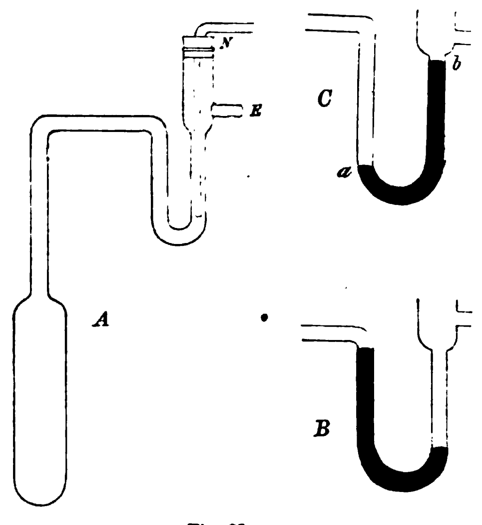


Fig. 32.

§ 63. Bringt man diese oder noch komplizirtere hier nicht zu besprechende Regulatoren auf die neuen Thermostaten an, die sehr zweckmässig konstruirt, aus Kupfer gebaut, mit konischem oder gewölbtem Boden versehen, von Ventilationskanälen durchzogen, dabei allerdings recht kostspielig sind, so erreicht man fast absolute Temperaturkonstanz ($^1/_{100}$ Differ. in vielen Tagen). Feine Thermostaten.

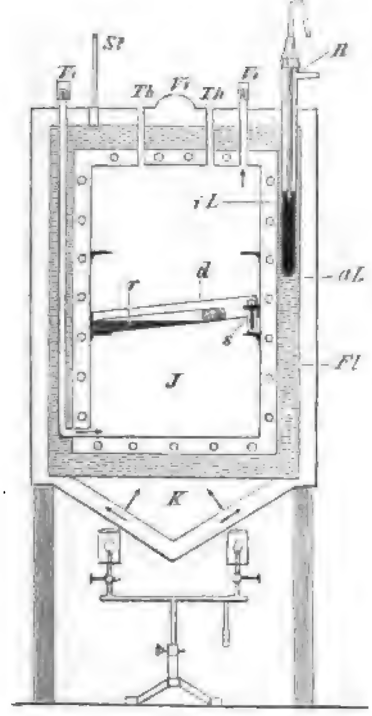


Fig. 33.
Thermostat nach Hüppe.

Ein Beispiel solcher Apparate ist der beistehende Thermostat Hüppe's. Der schraffirte Raum ist mit Wasser gefüllt und von einem weiteren ventilirbaren (V_3) Luftmantel rings umgeben. Der geräumige Brutraum ist mit Ventilationsröhren V_1 V_2 versehen und durch den inneren Mantel iL gegen die direkte Temperatur des Wassers geschützt.

Bei den namentlich in Frankreich beliebten d'Arsonval'schen Thermostaten wirkt die Ausdehnung des Wassermantels des Brutraumes auf eine Kautschukmembran, die den Gaszufluss regulirt. Eine kleine feine Steigröhre gestattet das Wasservolum sehr exakt gleich und so die Temperatur auf $^1/_{10}$ ^{0} konstant zu halten.

Solcher absolut konstanter Thermostaten bedarf man aber nur nothwendig zur Herstellung abgeschwächter Bakterien, zu feinen Untersuchungen über Sporenbildung, über Veränderungen in der Gährungsenergie u. s. f., ein gewöhnlicher Vegetationskasten mit Thermoregulator, ja eventuell ohne denselben sogar, genügt für die meisten gröberen Zwecke.

Unentbehrlich bleibt in jedem Laboratorium daneben ein Eisschrank.

3. Die Kulturmethoden und ihre Anwendung zur Lösung bestimmter Aufgaben.

§ 64. Mit Hilfe der beschriebenen Nährböden lassen sich folgende Aufgaben lösen: Aufgaben, die durch Kulturmethoden zu lösen sind.

1. Zählung der in einer Volumeinheit vorhandenen Pilze.
2. Isolirung und Reinkultur der einzelnen Arten.
3. Untersuchung der makroskopischen und mikroskopischen Eigenschaften.
4. Untersuchung ihrer biologischen Eigenthümlichkeiten.
5. Untersuchung ihrer Stoffwechselprodukte.
6. Untersuchung ihrer pathogenen Wirkung.

Ermittelung der Keimzahl in 1 cbcm.

§ 65. Handelt es sich um die Ermittelung der in einer Maasseinheit einer Substanz enthaltenen Keimzahl, so versagt die mikroskopische Untersuchung. Durch Kultur finden wir sie leicht, wenn es gelingt (Koch), die Substanz so mit dem Nährboden zu mischen, dass alle einzelnen Spaltpilze übersichtlich von einander getrennt in den Nährboden eingebettet werden. Indem jeder Organismus zu einer Kolonie auswächst, wird ein mit unbewaffnetem oder schwach bewaffnetem Auge leicht sicht- und zählbares Objekt von oft charakteristischen Eigenschaften erhalten.

Ausführung. Man sterilisirt eine feine 1 oder 2 cbcm fassende in $^1/_{10}$ cbcm getheilte Pipette im Trockenschranke, oder durch längeres Durchziehen durch die Flamme, nachdem man sie nacheinander mit Sublimat, Wasser, Alkohol und Aether durchgespült und durch Luftdurchblasen mit dem Handgebläse getrocknet. Um eine Pipette steril aufzubewahren, steckt man an beiden Enden kleine Wattepfröpfe hinein, die ebenfalls durch Hitze sterilisirt werden. Zum Gebrauche entfernt man den Pfropfen an der Spitze der Pipette, der am oberen Ende bleibt und bewirkt, dass beim Ausfliessen der Pipette keimfreie Luft in dieselbe eindringt.

Man schmilzt nun den Inhalt eines Gelatinegläschens im Wasserbade bei möglichst niederer Wärme (ca. 30⁰), oder in der Flamme und kühlt in kaltem Wasser auf ca. 30⁰ ab, saugt 1 cbcm der zu untersuchenden Flüssigkeit (z. B. Leitungswasser) in die Pipette, lässt es rasch unter kurzer Lüftung des Wattepfropfs in die Gelatine fallen und mischt das Wasser durch sanftes Schütteln gut mit der Gelatine. Hat man keinen Anhaltspunkt für die Schätzung des Pilzreichthums der Flüssigkeit, so inficirt man 3 Röhrchen mit 0,1, 0,5 und 1,0 cbcm (Wasser, Wein, Bier etc.); darf man eine hohe Pilzzahl vermuthen (Kanalwasser, saure Milch, Erdaufschwemmungen etc.), so ist eine starke Verdünnung der Stammflüssigkeit am besten mit sterilisirter 0,5⁰/₀iger Kochsalzlösung nöthig (100fach bis 10000fach), um bei Entnahme von 0,1, 0,5 und 1,0 cbcm auf eine genau zählbare Pilzzahl rechnen zu dürfen.

Platten-methode.

Um nun die Organismen getrennt zur Entwickelung zu bringen, sind folgende Methoden üblich, die alle als Plattenmethoden bezeichnet werden, nach der ursprünglichen am Schlusse dieses Paragraphen erwähnten Koch'schen Methode, bei der Glasplatten verwendet werden.

Schalen-platten.

1. Für den ohne Hilfsmittel Arbeitenden ist das bequemste die Methode der Schalenplatte (Petri).

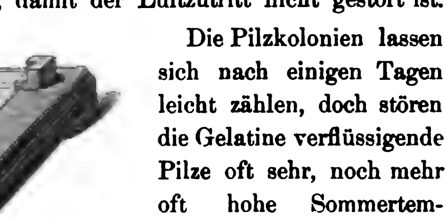
Man giesst den Reagenzglasinhalt rasch möglichst vollständig in eine horizontal stehende, sterilisirte, flache Glasdose von ca. 7—8 cm Durchmesser, deren Deckel man für einen Moment auf einer Seite lüftet und sofort wieder aufsetzt. Es kommen nun die Pilze getrennt zur Kolonienbildung.

Will man sehr exakt arbeiten, so ist auch das Reagenzglas wieder mit Wattepfropf zu verschliessen und zu sehen, ob nicht in den darin zurückgebliebenen Gelatinetropfen noch Kolonien auftreten.

Die Deckel müssen gut schliessen, zur Vorsicht bewahrt man die beschickten Dosen unter grösseren Glasglocken auf, damit sich keine Luftpilze zwischen Deckel und Dose einschleichen. Praktisch und vor Staub leicht zu schützen sind auch die von C. Cramer empfohlenen niederen Erlenmeyerschen Kolben mit ganz flachem Boden, doch sind zur mikroskopischen Untersuchung die Schalenplatten viel bequemer.

2. Keine Hilfsmittel, aber Garantie einer Zimmertemperatur nicht über 25° verlangen die Rollplatten (E. Esmarch). Man stülpt nach der Impfung der flüssigen Gelatine wie oben eine Gummikappe über den Wattepfropf und dreht das fast bis zur Horizontalen geneigte Reagenzglas unter einem Wasserstrahl oder in einer Schüssel mit kaltem Wasser um die Längsachse, bis die Wände mit einer starren durchsichtigen Gelatineschicht überzogen sind. Sollte etwas Gelatine an die Unterfläche des Wattepfropfes gekommen sein, was man gerne vermeidet, so sticht man nach Abnahme der Kappe mit starkem, geglühtem Platindraht durch den Pfropf, damit der Luftzutritt nicht gestört ist. Esmarch's Rollplatte.

Die Pilzkolonien lassen sich nach einigen Tagen leicht zählen, doch stören die Gelatine verflüssigende Pilze oft sehr, noch mehr oft hohe Sommertemperatur.



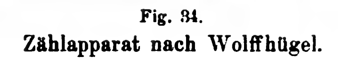


Fig. 34.
Zählapparat nach Wolffhügel.

3. Nur wegen ihrer epochemachenden Bedeutung sei die ursprüngliche klassische Koch'sche Plattenmethode erwähnt, aus der die hier beschriebenen handlichen Modifikationen allmählich hervorgegangen sind, da sie heute als relativ umständlich und keine Vortheile bietend, wohl fast ganz verlassen ist. Koch goss die verflüssigte Gelatine auf genau nivellirte, durch Eis gekühlte sterile Glasplatten und bewahrte dieselben etagenweise auf Glasbänkchen übereinander geschichtet in feuchten Glocken auf. Koch's Platte.

§ 66. Die Zählung der Bakterienkolonien einer Platte findet, wenn sie sehr zahlreich oder viele die Gelatine verflüssigende darunter sind, nach 48^{h}, womöglich aber erst nach 8tägigem Aufenthalte bei einer Temperatur nicht unter 15° statt, da langsamer wachsende Pilze erst dann zu sichtbaren Kulturen herangewachsen sind. Zählung der Kolonien.

Die Zählung geschieht so, dass man die durchschnittliche Pilzzahl auf einem Quadratcentimeter ermittelt und dieselbe mit der berechneten Oberfläche (beim Durchmesser 8 cm ist die Oberfläche $4 . 4 . 3^{1}/_{7} = 50^{2}/_{7}$ qcm) der Platte multiplizirt. Am bequemsten zu Zählungen ist die Koch'sche Platte. Man legt sie unter den Wolffhügel'schen Zählapparat (Fig. 34) auf eine schwarze

Glastafel, zählt mit der Lupe nur die Kolonien, die auf die quadrirten Quadratcentimeter fallen, und nimmt dann das Mittel aus diesen Zahlen. Bei Schalenplatten verfährt man ähnlich, doch sind nur solche zu Zählungen geeignet, deren vollkommen ebener Boden eine absolut gleichmässig dicke Ausbreitung der Gelatine gestattet. Ist der Boden gewölbt, so ist die Randschicht viel dicker und deshalb an Kolonien reicher. Mehr wie 100—200 Kolonien sollten auf 1 qcm nicht vorhanden sein, wenn genaue Zählung verlangt wird. Ist die Pilzzahl sehr klein, so zählt man alle Kolonien der Platte.

Die Rollplatten bedürfen, wenn sie dicht sind, eines besonderen Zählapparates, auf den hier nicht eingegangen werden kann; dünn besäte Rollplatten lassen sich mit Hilfe einiger Tintenstriche ganz durchzählen. Dieselben sind besonders für die Untersuchung pilzarmer Substrate empfehlenswerth.

Wir dürfen nicht vergessen, dass die sämmtlichen Zählungen durch Gelatineplatten voraussetzen, dass sich alle Pilze in Gelatine zu entwickeln vermöchten — und zweitens, dass jede Kolonie von einem Individuum ausgeht. Beide Voraussetzungen sind ungenau — wir kennen schon viele Spaltpilze, die nicht in Gelatine wachsen, z. B. die Tuberkelbacillen, und kennen viele überhaupt noch nicht oder nicht näher, weil sie eben nicht in der Gelatine wachsen [1]). Ferner sind öfters einzelne Individuen in einen Wuchsverband vereinigt.

Andere Nährböden zur Plattenverfertigng.

Andere Substanzen zur Plattenverfertigung sind wenige vorhanden. Agar muss erst auf 40° abgekühlt werden, ehe man ihn infizirt. Agarplatten, wohl am besten stets in Dosen angelegt, bieten den Vortheil, die Platte in einen Brutschrank bringen zu können, was oft sehr angenehm ist; ausserdem wird Agar von keinem bisher bekannten Spaltpilze verflüssigt. Agar, dem man einige Tropfen Gummi arabicum zusetzt, um ihn an den Glaswandungen besser haften zu machen, soll auch zu Rollplatten brauchbar sein. Glycerinagarplatten wird man wählen, wenn besonders schwierig zu kultivirende Spaltpilze zu züchten sind. Auch Blutserum ist in neuester Zeit mit Gelatine oder Agar gemischt zu Platten verwendet worden. Flüssiges (also nicht erstarrtes) Serum und verflüssigten auf 40° abgekühlten 2 %igen Agar mischt man dabei erst nach der Impfung.

Gewinnung von Reinkulturen durch die Plattenmethode.

§ 67. Die zweite noch wichtigere Verwendung der Platten ist zur Gewinnung von Reinkulturen. Betrachtet man eine wohlgelungene Platte, die man z. B. mit einem Kubikcentimeter Wasser angelegt hat, so sieht man sofort, dass schon für das blosse Auge die einzelnen kleinen Kolonien Verschiedenheiten darbieten. Da sitzen auf der festen Gelatine milchweisse Knöpfchen, daneben zierliche, flache, blattartige Kolonien und solche, die gelben Wachströpfchen gleichen; andere wieder haben ihre Umgebung verflüssigt, sie sitzen in der Mitte eines kleinen flachen Verflüssigungstrichters, der bald mit farbloser, bald mit grünlichgelber Flüssigkeit erfüllt ist u. s. f.; es können

[1]) So ist z. B. der Stollen der Mangfallwasserleitung Münchens auf weite Strecken mit gewaltigen gallertigen Spaltpilzmassen ausgekleidet, unter denen ein enorm grosses plumpes Stäbchen besonders auffällt. Der Pilz wächst nicht in Gelatine, könnte also in beliebiger Menge im Wasser sein, ohne durch die üblichen besten Methoden gefunden zu werden.

auf einer Platte manchmal 10 und mehr leicht zu unterscheidende Arten zu finden sein. Da jede Kolonie aus einem Individuum (ev. einem kleinen Wuchsverbande) hervorging, so genügt es (Koch), dieselbe mit einem sterilisirten Platindraht isolirt zu berühren, den Draht in ein Glas mit erstarrter steriler Nährgelatine einzustechen, den Wattepfropf wieder aufzusetzen, um eine Reinkultur (Stichkultur) angelegt zu haben. Ist die Platte dünn besät und sind die Kolonien ziemlich gross, so reicht die beschriebene einfache Methode des Abimpfens aus; liegen zahlreiche kleine Kolonien dicht beisammen, so wird unter dem Mikroskop abgeimpft[1]). Abimpfen von der Platte.

Bringt man eine Platte unter das Mikroskop bei ca. 60facher Vergrösserung, so bieten die Kolonien oft charakteristische Merkmale dar, die dem blossen Auge entgingen; sie zeigen scharfrandige, gezähnelte, gefranste, rankige Umrisse gekörntes oder glattes Ansehen u. s. w., und es gelingt, so oft noch zwei Arten zu unterscheiden, die makroskopisch identisch schienen.

Hat man nun eine spezielle Kolonie gefunden, von der man eine Reinkultur anlegen will, so biegt man das Ende eines mittelstarken Platindrahtes zu einem ganz kurzen (1 — 2 mm langen) Angelhaken, und sucht nun mit der Spitze des Hakens unter mikroskopischer Kontrolle die betreffende Kolonie und nur diese zu berühren. Man stützt zu dem Zwecke die „fischende“ rechte Hand fest auf eine Unterlage, die etwas niederer als der Objekttisch ist, legt die Nadel, das Häkchen gegen sich gerichtet, an die Objektivlinse, senkt die Spitze dann langsam, indem man das Häkchen nach abwärts dreht, und es einen Moment in die Kolonie eintaucht. Jetzt zieht man es rasch und vorsichtig zurück und sticht nun sofort in ein Gelatineröhrchen ein. Das ganze Verfahren erheischt eine ruhige Hand und ziemliche Uebung, ist dann aber nicht allen zu schwer. Abimpfen unter dem Mikroskop.

Handelt es sich darum, einen bestimmten Pilz aus einem Gemische zu isoliren, so ist es klar, dass man möglichst genau über sein Aussehen auf der Platte orientirt sein muss, zu welchem Zwecke aus anderweitig erhaltenen Reinkulturen desselben Orientirungsplatten zu fertigen sind. Ist das Wachsthum auf der Platte nicht sehr charakteristisch, so muss von einer grösseren Zahl von Kolonien, die etwa aus dem gesuchten Pilz bestehen können, in Röhrchen abgeimpft werden; diese erhaltenen Reinkulturen müssen dann in ihrem Wachsthum unter sich und womöglich mit sicher bestimmten Reinkulturen verglichen werden (vergl. § 71).

---

1) Um nicht zu dicke Platten zu bekommen, legt man, wenn es sich nicht um Zählung, sondern um Untersuchung auf bestimmte Arten handelt, z. B. Blut auf Milzbrandbacillen, folgendermaassen mehrere Platten an. Man impft erst mit der Nadel etwas Blut in das erste Glas („Original“), schüttelt um, giebt davon 3 Oesen in ein zweites („erste Verdünnung“), davon 3 Oesen in ein drittes („zweite Verdünnung“). Eines dieser 3 Röhrchen liefert sicher eine brauchbare Platte. — Oft braucht man das Original gar nicht auszugiessen, da man weiss, dass es zu pilzreich ist (z. B. bei Fäcesuntersuchungen).

Isolirung von Mikroorganismen, die nur in Flüssigkeit. gedeihen.

§ 68. Um Mikroorganismen zu isoliren, die nicht auf festen Nährböden wachsen, muss man die zu untersuchende Flüssigkeit so stark verdünnen, dass eine kleine Menge z. B. 1 cbcm nur noch 1 Keim enthält. Man ermittelt hierzu durch mikroskopische Zählung eines gefärbten Trockenpräparates die Anzahl Mikroorganismen in z. B. $^1/_{10}$ cbcm der Stammlösung (resp. der schon mehrfach verdünnten Stammlösung)[1]). Sind in $^1/_{10}$ cbcm noch 100 Mikroorganismen gefunden, so enthält 1 cbcm 1000; es ist also 1 cbcm mit 999 sterilisirter Flüssigkeit zu verdünnen damit 1 cbcm 1 Keim enthält. Von dieser verdünnten Flüssigkeit giebt man nun 1 cbcm mit 1 Keim in sehr viele Reagenzgläser oder Kölbchen mit geeigneter Nährlösung; die Mehrzahl der erhaltenen Kulturen werden rein sein, einige davon den gesuchten Pilz enthalten. Als Nährlösung wird man häufig die sterilisirte Flüssigkeit verwenden, aus der man den Pilz isoliren will.

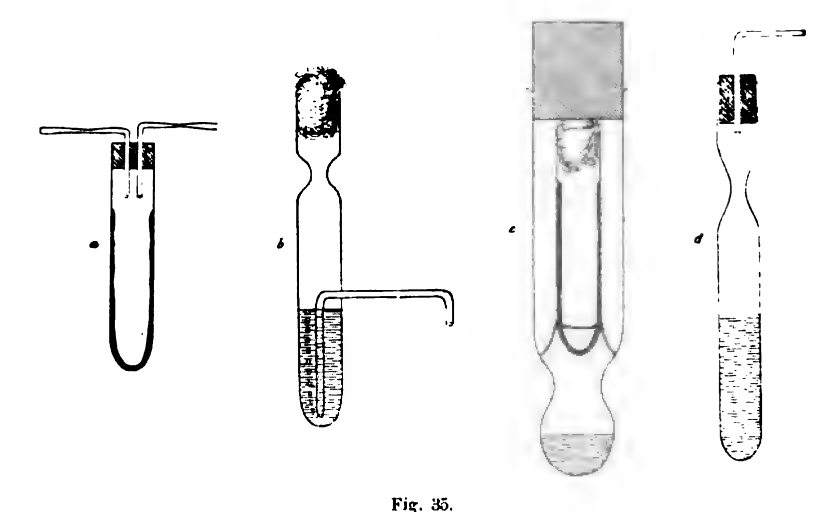


Fig. 35.

Anaërobenkulturmethoden.

Zählung nach d. Verdünnungsmethode.

Auf die Verwendung der Verdünnungsmethoden in Flüssigkeiten zur Pilzzählung (Miquel), wie sie in Frankreich beliebt ist, gehe ich hier nicht ein; Interessenten verweise ich auf Hüppe's (S. 268 u. f.) objektive Darstellung. Die sehr grosse Umständlichkeit, Raum- und Zeiterforderniss der Methode lassen sie, selbst wenn nach ihr etwas höhere Pilzzahlen gefunden werden sollten, als nach der Plattenkultur, für praktische Zwecke fast unbrauchbar erscheinen. In Deutschland wird dieselbe zur Zeit kaum angewendet.

1) Viel genauere Ermittelungen der Pilzzahl liefern mikroskopische Zählkammern. z. B. die von Thoma-Zeiss. Die pilzhaltige Flüssigkeit erfüllt einen niedrigen $^1/_{10}$ mm hohen Raum, ein Deckglas mit feiner Theilung gestattet durch Zählung einiger Felder von $^1/_{400}$ qmm Oberfläche und 0,1 Dicke die Pilzzahl sehr genau zu ermitteln. Die Mikroorganismen werden hierbei ungefärbt gezählt.

§ 69. Eine Anzahl von Spaltpilzen gedeihen, wie Pasteur entdeckte, im Gegensatze zur grossen Mehrzahl, nur bei vollkommenem Sauerstoffabschluss (anaërobe Pilze). Zur Kultur resp. Isolirung derselben sind drei Methoden brauchbar. Soweit bei diesen Versuchen Röhren zuzuschmelzen sind, sind dieselben an den gewünschten Stellen stets vorher entsprechend fein auszuziehen. Kultur der Anaëroben.

1. Nach Hüppe und C. Fränkel. Man impft im Reagenzglase in verflüssigte Gelatine, setzt einen doppelt durchbohrten Kautschukstöpsel auf, in dem 2 winkelig gebogene Glasröhren stecken. Durch die längere leitet man $1/4^h$ lang einen Strom von reinem Wasserstoffgas, so dass er in Blasen die Gelatine durchstreicht, die in einem Wasserbade von 25—30° steht. Zum Schlusse werden die Glasröhren abgeschmolzen, während noch Gas durchgeht, und die Gelatine als Rollplatte an den Wänden vertheilt. Aehnlich war die vielbenützte Methode (Liborius-Flügge) den Wasserstoff, wie Fig. 35b zeigt, durchzuleiten und dann Zuleitungsrohr und Reagenzglas abzuschmelzen. — Weniger sicher, aber bequemer ist es, erst eine Rollplatte anzufertigen, dieselbe in Eiswasser zu stellen, jetzt die Luft mit Wasserstoff zu verdrängen und die Röhrchen abzuschmelzen (Fig. 35 a). Kultur in Wasserstoff.

2. Nach M. Gruber (Fig. 35d) bringt man die infizirte Gelatine in einem Glase mit ausgezogenem Halse in ein Wasserbad von 30—35° (Agar muss bei 41—42° gehalten werden) und pumpt nun, nachdem man einen von einem Glasrohre durchbohrten gut sitzenden Gummipfropf aufgesetzt hat, mit der Wasserluftpumpe die Luft aus. Unterstützt wird die Verdrängung der Luft durch Wasserdämpfe, die aus der Gelatine entweichen, da sie unter dem verminderten Drucke in's Kochen geräth. Durch Bestreichen mit einer Bunsenflamme muss man Wasserkondensirung im engen Halse vermeiden, der nach 15 Min. abgeschmolzen wird. Das Ausrollen geschieht anfangs ohne Kühlung bis sich das Vakuum mit Wasser gesättigt hat. Kultur im Vacuum.

3. Nach Hans Buchner (Fig. 35c) bringt man auf den Grund eines weiteren Glases 1 g Pyrogallussäure und 10 cbcm einer circa dreiprozentigen Kalilauge, setzt ein kleines Drathgestellchen in das Glas und auf letzteres die Rollplatte mit etwas gelockertem Wattepfropf. Man verschliesst nun das äussere Glas mit einem fest schliessenden Gummipfropf und in 24^h ist durch die alkalische Pyrogallussäure aller Sauerstoff aufgezehrt, so dass jetzt anaërobe Arten ihr Wachsthum beginnen können. Kultur in Stickstoff nach Absorption des Sauerstoffes.

Von den erwähnten Methoden dürfte die von Buchner am bequemsten sein, aber nur anwendbar für Anaëroben, die nicht schon durch Luftzutritt in wenig Stunden getödtet werden. Das Arbeiten mit anaëroben Bakterien setzt immer einige technische Uebung und Umsicht voraus. Gewöhnlich wendet man 2% Dextrose haltige Nährböden und Brut-Temperaturen, soweit es möglich ist, an.

Noch einfachere, wenn auch nicht so sichere Methoden sind: Eine wie gewöhnlich angelegte Stichkultur wird mit kühler, noch flüssiger Gelatine überschichtet und so vom Luftsauerstoff abgesperrt; oder es wird eine Rollplatte angelegt

und dieselbe, während sie in Eiswasser getaucht wird, mit möglichst kühler flüssiger Gelatine gefüllt. — Vergl. auch § 60 über Kulturen in nachher verschlossenen Hühnereiern.

Es kommen übrigens alle Uebergänge von obligat aëroben Arten, zu fakultiv anaëroben, dann zu fakultativ aëroben bis endlich zu obligat anaëroben Arten vor.

Stichkulturen.

§ 70. Die in Gelatine und Agar anzulegenden Stichkulturen werden am besten so angefertigt, dass man nur einmal mit einer mittelstarken Platinnadel möglichst senkrecht etwa 3—5 cm tief einsticht. Sind Gelatinegläschen vor langer Zeit gefüllt, so springt die etwas ausgetrocknete Gelatine leicht beim Einstechen; man schmilzt deshalb den Inhalt solcher Gläschen vor dem Gebrauche noch einmal und lässt ihn erkalten. Die Stichkulturen verschiedener Arten bieten höchst bunte Bilder; wir kennen schon Spaltpilzkolonien von allen Farben, manche (sauerstoffbedürftige) Pilze wachsen nur an der Oberfläche, andere (sauerstoffscheuende anaërobe) gedeihen entweder gar nicht ohne besondere Kunstgriffe oder nur im untersten Theile des Stiches; die Mehrzahl sowohl an der Oberfläche als im Stichkanal. Manche verflüssigen durch Fermentbildung die Gelatine, andere lassen sie fest; manche entwickeln Gasblasen, riechende Substanzen u. s. f.

Auf Agar ist das Wachsthum weniger charakteristisch, da kein Pilz Agar verflüssigt, vielmehr fast alle die Gelatine verflüssigenden Spaltpilze als dickliche Massen auf Agar wachsen, doch werden manche Farbstoffe auf Agar reichlicher gebildet. Dagegen liefern Kartoffelkulturen oft recht charakteristische Bilder, und es kommt denselben deshalb eine hohe diagnostische Bedeutung zu. Agarstichkulturen eignen sich ganz besonders zur Konservirung rein gezüchteter Pilze für spätere Verwendung. Wenn man alle 1 — 2 Monate auf frischem Agar abimpft, braucht man kein Eingehen von Kulturen zu befürchten.

Aufbewahrung von Kulturen.

Zur Aufbewahrung dient am besten eine Holzkiste mit Falzdeckel, in der je nach Bedürfniss ein oder mehrere grosse Reagenzgestelle mit Kulturen stehen. Auf diese Weise sind die Kulturen vor Verstaubung und zu grosser Erwärmung durch Sonnenstrahlen geschützt[1]).

Abimpfen von Reinkulturen auf frische Nährböden.

Die Abimpfung einer Reinkultur in ein frisches Reagenzgläschen vollzieht sich folgendermassen: Man verkohlt die Oberfläche der Wattepfröpfe an dem abzuimpfenden Glase (A) und dem zu impfenden (B), um etwa daraufgefallene Mikroorganismen zu zerstören. Man lockert durch Drehen beide Pfröpfe, fasst A zwischen Daumen und Zeigefinger der Linken, die Mündung nach abwärts, lüftet einen Moment den Pfropf, bringt eine frisch geglühte abgekühlte Platinnadel mit der Kultur in Berührung, setzt den Pfropf auf, stellt das Glas weg,

1) Man hat zur Aufbewahrung auch empfohlen, auf Kartoffeln Reinkulturen zur Entwickelung zu bringen, aus ihnen mit sterilisirtem Messer rasch Stückchen auszuschneiden und diese in sterilisirten Reagenzgläsern mit Watteverschluss aufzubewahren — eine gut aufbewahrte Agarkultur hält sich wohl ebensogut.

öffnet B rasch mit der Mündung nach unten, sticht die Nadel in die Gelatine, setzt den Pfropf auf und glüht die Nadel wieder aus.

Röhrchen mit Flüssigkeiten kann man nur schräg halten nicht umdrehen, doch ist auch so eine Luftverunreinigung sehr selten, wenn man nur vermeidet, während der Impfung Staub aufzuwirbeln. Man macht also gerne Uebertragungen, wenn man allein im Zimmer ist, vermeidet vorher das Umhergehen u. s. f.

§ 71. Handelt es sich darum den sicheren Nachweis zu führen, dass ein von uns isolirter Pilz mit einem beschriebenen identisch ist, so ist dies leicht, wenn es einer mit sehr charakteristischen Eigenschaften ist, z. B. Bacillus prodigiosus. In solchem Falle genügen folgende Untersuchungen, die am besten gleichzeitig mit vollkommen identisch behandelten Kulturen des aus zuverlässiger Hand erhaltenen, richtig bestimmten Pilzes gemacht werden: Bestimmung eines gefundenen Spaltpilzes.

1. Aussehen der Gelatinestichkultur, Prüfung auf Farbe, Geruch, Verflüssigung der Gelatine, Wachsthumsweise, Geschwindigkeit des Wachsthums. Eventuell Konstatirung, dass der Organismus nicht auf Gelatine bei Zimmertemperatur wächst, in diesem Falle versucht man ihn auf Glycerinagar, Blutserum u. s. f. unter Zuhilfenahme des Brutschrankes ev. zur Entwickelung zu bringen.

2. Aussehen der Kartoffelkultur.

3. Aussehen der Gelatineplattenkolonien, mikroskopisch bei 60facher Vergrösserung und makroskopisch.

4. Aussehen der Organismen bei starker Vergrösserung.

a) gefärbt,

b) ungefärbt im hängenden Tropfen. Konstatirung von Eigenbewegung, Sporenbildung u. s. f.

5. Infektionsversuche (s. § 73).

In schwierigen Fällen, wenn es erfahrungsgemäss noch mehrere dem Pilze, den man gefunden zu haben glaubt, ähnliche Arten giebt z. B. Typhusbacillen, oder wenn man eine neue Art scharf charakterisiren will, kommen zu den obigen noch weitere Untersuchungen. Ich muss mich hier natürlich mit Andeutungen begnügen.

6. Untersuchung auf gefärbter Gelatine. Theerfarbstoffe (Fuchsin, Methylenblau, Phloxin) werden in geringer Menge der fertigen Gelatine in wässeriger Lösung zugesetzt, so dass die erstere gerade lebhaft gefärbt ist. Manche Bakterienkolonien wachsen intensiv gefärbt, indem sie den Farbstoff der Gelatine entziehen, andere nehmen keinen Farbstoff auf. Methylenblau und Lackmus werden von allen die Gelatine verflüssigenden Arten durch Reduktion entfärbt; durch Umschütteln kehrt die Farbe vorübergehend wieder. Differentialdiagnose in schwierigen Fällen.

7. Kultivirung in Flüssigkeiten. Chemische Untersuchung der Stoffwechselprodukte, z. B.:

a) Kultur in Bouillon oder in Cohn'scher Lösung etc. Untersuchung auf die Bildung von Salpetersäure, salpetriger Säure, Ammoniak; auf die Bildung von freier Säure.

b) Kultur in Milch: Untersuchung auf Bildung von Milchsäure, Buttersäure etc. Beobachtung, ob die Milch klumpig, flockig oder gelatinös gerinnt, ob die Gerinnung durch Säurebildung oder bei neutraler Reaktion durch ein Labferment erfolgt, ob die Gerinnsel später peptonisirt werden, ob Pigmente gebildet werden. — Für die Choleravibrionen z. B. ist ein tryptisches Ferment nachgewiesen.

c) Kultur in Traubenzuckerlösungen (resp. traubenzuckerhaltiger Bouillon). Untersuchung wieder auf Säurebildung, Gasbildung u. s. f.

d) Kultur in mit Lackmus gefärbter Trauben- und Milchzuckerbouillon; manche Pilze röthen, andere bläuen, dritte entfärben Lackmusfarbstoff, so dass erst beim Schütteln mit Luft wieder rothe oder blaue Färbung auftritt.

e) Kultur auf Stärkekleister: Zuckerbildung beweist eine diastatische Funktion In anderen Fällen kann Kultur in Bierwürze, in Harn, in Eiweiss u. s. f. interessante Aufschlüsse geben.

f) Untersuchung auf die Bildung giftiger Stoffwechselprodukte. Die gekochte Kultur wird zu Intoxikationsversuchen gebraucht.

8. Untersuchung des Optimum, Minimum und Maximum der Wachsthumstemperatur, der Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknen u. s. f.

Prüfung auf die Fähigkeit Sporen zu bilden.

9. Untersuchung der Fähigkeit Sporen zu bilden. Strichkulturen auf Agar werden im Brutschranke bei 37° aufgestellt und eine morphologische und biologische Prüfung etwa entstehender sporenartiger Gebilde vorgenommen: Prüfung unter dem Mikroskop frisch und gefärbt; Austrocknung von mit sporenhaltigem Material getränkten Seidenfäden im Schwefelsäureexsiccator; daneben 1/2stündiges Erhitzen in einem Reagenzglase, das in ein Wasserbad von 70—80° eintaucht, wonach nur, wenn Sporen gebildet sind, eine daraus angelegte Kultur Wachsthum zeigt.

10. Züchtung in Nährgelatinen mit Zusätzen von Alkalien, Säuren, Phenol, Glycerin u. s. f. Oft verhalten sich morphologisch nahestehende Arten verschieden resistent.

Als Beispiele für solche Untersuchungen seien erwähnt: Hans Buchner: Beiträge zur Kenntniss des Neapler Cholerabacillus etc. (A. f. H., III. 361) und Weisser: Ueber die Emmerich'schen sogenannten Neapler Cholerabakterien. (Z. f. H., I. 314.)

Uebersicht über die zweckmässigste Verwendung der einzelnen Nährböden.

§ 72. (Anhang zu Kapitel 3.) Die zweckmässigste Verwendung der verschiedenen wichtigsten Nährböden ist demach folgende:

a) Flüssigkeiten:

1. zum Studium der Umsatzprodukte, der Gährfähigkeit,
2. zu Studien über die mikroskopische Morphologie,
3. ausnahmsweise zur Herstellung von Reinkulturen von Pilzen, die nicht auf festen Nährböden wachsen,
4. zur Erzeugung von Reinkulturen mit gleichmässigem Pilzgehalt in jedem Kubikcentimeter oder Tropfen,
5. zu Massenkulturen, da die Ausnützung eines Reagenzglases voll Bouillon eine ganz andere ist als die eines Gläschens voll Gelatine,
6. zur Differentialdiagnose.

b) Feste Nährböden:
α) Gelatine und Agar:
1. zu Plattenkulturen, d. h. zum Nachweis, zur sicheren Trennung und zur Zählung der Individuen und Arten,
2. zur Erzielung charakteristischer makroskopischer Kulturen, die zur Differentialdiagnose dienen (Agar zur Sporenbildung),
3. zu Dauerkulturen resp. Sammlungen lebender Bakterien.
β) Blutserum und Glycerinagar:
zur Zucht von namentlich pathogenen Arten, die auf andern Nährböden nicht oder schwer gedeihen. Plattenkulturen sind nur mit Glycerinagar und Gemischen von Agar und Serum möglich.
γ) Kartoffel:
1. zur Erzielung makroskopisch charakteristischer Kulturen von langer Haltbarkeit und zur Differentialdiagnose,
2. gelegentlich zur Sporenbildung.

Die ausgebreitetste Verwendung finden die gelatinirenden durchsichtigen Nährböden und zwar aus folgenden Gründen:

Vortheil der gelatinirenden durchsichtigen Nährböden.

1. Sie sind als Flüssigkeiten und als feste Nährböden gleichzeitig verwendbar, als Flüssigkeiten gestatten sie die Trennung, als feste Substanzen die Fixirung der isolirten Keime und deren getrenntes Auswachsen zu Kolonien.

2. Ihrer Durchsichtigkeit wegen erlauben sie eine makroskopische wie mikroskopische Betrachtung der angelegten Kulturen; sie gestatten eine weitgehende Differentialdiagnose der Arten, ein frühzeitiges Erkennen etwaiger Verunreinigungen.

Neben den Gelatine- und Agarnährböden behaupten sich aber die Flüssigkeiten, das feste Blutserum, die Kartoffel als wichtige und machmal unentbehrliche Ergänzung.

4. Thierversuche mit Spaltpilzen.

Der Thierversuch als Nachweismethode.

§ 73. Aus verschiedenen im Verlaufe der Darstellung gegebenen Andeutungen ergiebt sich, dass Reinkulturen pathogener Arten, die wählerisch im Substrat sind, meist langsam gegenüber saprophytischen Arten wachsen. So sind Milzbrand- oder Tuberkelbacillen oft sehr schwer aus Pilzgemischen mit Hilfe todter Nährböden zu erhalten, namentlich wenn sie in geringer Zahl mit zahllosen Saprophyten untermischt sind. In solchen Fällen erleichtert den Nachweis oft ausserordentlich die Verimpfung auf empfängliche Thiere. Vereinzelte Milzbrandbacillen in einem Boden, werden meist leicht durch die tödtliche Milzbranderkrankung nachgewiesen, die nach subcutaner Einverleibung einer Probe bei Meerschweinchen oder Mäusen auftritt, ebenso Tuberkelbacillen. Natürlich setzt der Nachweis eines Pilzes, der eine chronische Infektionskrankheit verursacht, voraus, dass nicht daneben einer vorhanden sei, der rasch tödtet (z. B. der Bacillus der Kaninchensepticämie).

Die Methoden d. Thierversuches.

§ 74. Zur Prüfung der pathogenen Wirkung eines Spaltpilzes haben wir folgende Methoden:

Subcutane Impfung.

1. Subcutane Impfung. Eine Hautstelle des Thieres (Kaninchen, Meerschweinchen) wird sorgfältig geschoren, mit 1 °/oo Sublimat desinfizirt, mit sterilisirtem Wasser gewaschen, ein flacher Scherenschnitt durch die Haut gemacht und in die kaum blutende Wunde mittelst einer mit einer Oese versehenen Platinnadel etwas von einer Kultur gebracht. Mäuse impft man so, dass man sie mit einer Tiegelzange an der Schwanzspitze fasst, sie damit an den Rand eines Glases emporzieht, den Schwanz mit der linken Hand fasst und mit der rechten das Glas so mit einem Brettchen zudeckt, dass nur eben der straff angezogene Schwanz und die Steisspitze herausschaut. An der Rückenseite der Schwanzbasis bohrt man nun mit einer sterilisirten Lanzennadel, feinen Schere etc. (nach Abscheren der Haare, Benetzen der Oberfläche mit Sublimatlösung und Abtrocknen) eine kleine flache Hauttasche, in die man den Impfstoff bringt.

Impfung mit Sporen.

In manchen Fällen impft man auch mit Sporen (z. B. Milzbrand). Man lässt Milzbrand auf Agar im Brutschrank bei 35—37° in 24—48 h reichlich Sporen bilden, wälzt dann 1 cm lange im Trockenschranke sterilisirte Seidenfäden darin, breitet die feuchten und an einander klebenden Fäden auf einer sterilisirten Glasplatte mit der Pincette einzeln aus und lässt sie mit einer Glasglocke bedeckt trocknen. Gut getrocknet halten sich solche Fädchen jahrelang und geben stets wieder ein treffliches Impfmaterial.

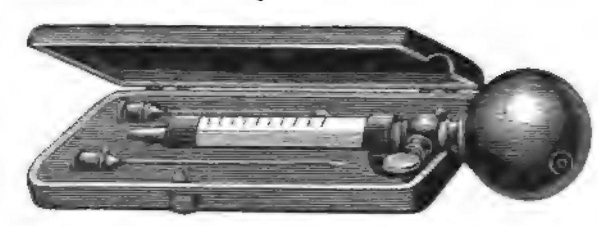


Fig. 36.
Koch's Injektionsspritze.

Impfung in die vordere Kammer.

Eine Variation der subcutanen Impfung stellt die in die vordere Augenkammer dar. Mit einem schmalen scharfen Messer oder einer Lanze öffnet man nahe dem Skleralrande, wie bei der Iridektomie von oben her die Cornea durchtrennend, die vordere Kammer. Die Messerspitze dringt erst schief nach innen, dann, sowie sie in der vorderen Kammer angekommen ist, wird sie schief nach aussen geführt, und ebenso zurückgezogen, um Kammerwasserverlust zu vermeiden. Die Methode wird namentlich zur Diagnose auf Tuberkelbacillen am Kaninchenauge geübt, man bringt eine kleine Menge (eine Oese) des verdächtigen Sputums, Gewebes, Staubes etc. durch den Schnitt hinein. Nach Wochen entwickelt sich die charakteristische Iristuberkulose und später Allgemeintuberkulose. Bequemer ist übrigens die Impfung in's Peritoneum von Meerschweinchen speziell bei Anwendung von Tuberkelbacillen.

Cutane Impfung nennt man den Vorgang, wie er bei der Schutzpockenimpfung geübt wird; es wird bloss die Cutis, nicht das subcutane Bindegewebe getrennt und die Pilze eingebracht. Selten geübte Methode.

§ 75. Subcutane Injektion. Hierzu bedient man sich am besten der abgebildeten, von Koch angegebenen, leicht sterilisirbaren Spritzen ohne Stempel mit Gummiballon und Hahn. Die Sterilisirung der Glas- und Metalltheile erfolgt im Trockenschranke bei 140—150°; der Ballon wird nicht sterilisirt, ist er verunreinigt, wird er in Sublimat gelegt, durch vorübergehende Kompression gefüllt, mit heissem, sterilisirtem Wasser nachgespült und im Zimmer getrocknet. Man schraubt den Ballon an die Spritze, setzt den Stachel an, komprimirt den Ballon bei offenem Hahne, steckt den Stachel in die Injektionsflüssigkeit, lässt langsam den Ballon sich erweitern und schliesst, sowie die Spritze voll ist, den Hahn. Nun schraubt man den noch etwas komprimirten Ballon ab und alsbald in ausgedehntem Zustande wieder an, sticht den Stachel unter Aufhebung einer Längsfalte in der Faltenrichtung ein, prüft, ob sich die Spitze nicht gefangen hat, resp. ob sie beweglich ist, öffnet den Hahn und komprimirt langsam den Ballon, bis die gewünschte Menge Injektionsflüssigkeit eingepresst ist. Jetzt wird die Spritze abgeschraubt und event. abermals gefüllt; an die gleiche Stelle kann man 3—6 cbcm Flüssigkeit leicht injiziren. — Will man mehr injiziren (Intoxikationsversuche), so wechselt man die Einstichstelle (Flankengegend vorn und hinten auf beiden Seiten, Rücken, Bauch). Subcutane Injektion.

Gerade so injizirt man in speziellen Fällen in die Muskeln, die Pleurahöhle, die Lunge, die Trachea, die Peritonealhöhle, die Gelenke, unter die Dura mater cerebri etc. Impfung in inneren Organen und Körperhöhlen.

Selten werden Injektionen in's Duodenum (zur Vermeidung der Magensäure) gemacht. Nach Sterilisirung des geschorenen Bauches zieht man das Duodenum mit sterilisirter Pincette durch einen Schnitt in der Linea alba hervor und injizirt durch Einstich durch die Darmwand wie oben, wobei kein Tropfen in den Peritonealraum gelangen darf. Nachher wird das Duodenum reponirt, die Wunde mit sublimatisirter Seide genäht und ein leichter Sublimatwatteverband mit Gazebinden umgelegt.

Um das Sterilisiren der Spritzen noch mehr zu vereinfachen, sind in neuester Zeit verschiedene Methoden vorgeschlagen, z. B. Petri (C. f. Bakt., IV. No. 25), Tavel (l. c. V., p. 550), von denen mir die von Tavel die empfehlenswertheste scheint. Andere Injektionsspritzen.

Es wird durch einen unsterilisirten Schlauch eine beliebige unsterilisirte Spritze mit einem an einer Seite spitz ausgezogenen sterilisirten Glasrohr verbunden, in dessen nicht ausgezogenem Ende ein Wattepfropf steckt. Zieht man den Stempel auf, so gelangt die Flüssigkeit in die sterilisirte Spitze, die kalibrirt werden kann. Der Wattepfropf muss trocken bleiben.

§ 76. 4. Intravenöse Injektion. Diese seltener geübte Methode wird am sorgfältig aufgebundenen Thiere ausgeführt. Man präparirt am Halse die Vena jugularis externa 2—3 cm weit frei, unterbindet dieselbe so nahe als möglich am Herzen, schneidet das periphere auf einem Faden empor gehobene Stück der Vene an und bindet eine Glaskanüle ein. Durch einen kurzen, sterilisirten, mit steriler 0,6%iger Kochsalzlösung gefüllten Schlauch verbindet man die Kanüle mit der Injektionsspritze. Hierauf bindet man vor der Kanüle Intravenöse Injektion.

ab, schneidet sie ab und vernäht die Hautwunde. Bei Kaninchen sticht man am einfachsten schief durch die sterilisirte Haut mit dem Stachel einer modifizirten Pravaz'schen Spritze in eine Ohrvene ein und injizirt.

Magen-infusion. 5. Mageninfusion. Durch einen in der Mitte durchbohrten Knebelklotz, den man quer dem Thiere in den Mund steckt (eventuell auch ohne einen solchen durch die seitliche Zahnlücke bei zughaltenem Munde), führt man bei Meerschweinchen und Kaninchen einen elastischen menschlichen Harnkatheter in die Speiseröhre ein. Beim Kaninchen ist dies, wenn man möglichst nahe der Wirbelsäule folgt und vermeidet in die Trachea zu gelangen, nicht schwer, schwieriger beim Meerschwein, wo nur sehr feine Katheter passiren. Der Katheter wird durch Ausspritzen mit 1 $^0/_{00}$ iger Sublimatlösung und nachheriges Durchspritzen mit Wasser gereinigt.

Die Infusion geschieht mit einer grösseren Spritze der mehrfach erwähnten Konstruktion. Oft führt hierbei sporenhaltiges Material leicht zu Infektion (Milzbrand), während sporenfreie Bacillen unschädlich sind.

Verfütterung. In manchen Fällen lässt sich die Infusion mit Vortheil durch das Verfüttern von Kartoffelkulturen ersetzen. — Mäuse und Kaninchen fressen am ehesten, wenn man sie 24^h hungern liess.

Die Möglichkeit, dass Pilze durch kleine Verletzungen an der Schnauze, im Munde u. s. f. eindringen könnten, ist fast absolut folgendermassen zu beseitigen. Man biegt an Kartoffel- oder Eiweisswürfelchen, in die man parallel der einen Oberfläche einen Schnitt geführt hat, die so entstandene Lamelle deckelartig zurück, höhlt den Würfel aus, füllt ihn mit einer abgekratzten Gelatine-, Agar- oder Kartoffelkultur, klappt den Deckel wieder zu und bringt ihn hinten auf die Zunge, so dass der Würfel ungekaut verschluckt werden muss. — Die Wirkung der Magensäure hat Koch bei Meerschweinchen durch Neutralisirung des Mageninhalts durch 5 cbcm einer 5 $^0/_0$ igen Sodalösung ausgeschaltet. Choleravibrionen wirkten einige Zeit nachher injizirt vom Magen aus, nachdem die Meerschweinchen noch pro 200 g Körpergewicht 1 cbcm Opiumtinktur in den Peritonealraum erhalten hatten, um die Peristaltik aufzuheben.

Einathmung. Infektionsversuche durch Einathmung werden selten angestellt, vergl. hierfür Hans Buchner in Archiv für Hygiene, Bd. VIII., S. 145, wo sich eine exakte Beschreibung von Inhalationsversuchen, von Sporen und vegetativen Formen mit all' den Cautelen findet, deren sorgfältige Berücksichtigung allein solche Versuche werthvoll macht (bei Hüppe S. 365 u. f. eingehend referirt). Es können die Organismen an feinste Wassertröpfchen gebunden (als Spray) oder an pulverförmige Massen angetrocknet verwendet werden. Arbeitet man mit Arten, die für den Menschen pathogen sind, so ist besondere Vorsicht am Platze. Neuester und einfachster Apparat siehe Buchner C. f. B. VI.

Aufbewahrung inflzirter Thiere. § 77. Infizirte Thiere müssen, um Schaden zu verhüten, sehr sorgfältig entweichungssicher aufbewahrt und auch ihre Exkrete genau aufgefangen werden.

Mäuse bringt man in ca. 15 cm hohe, 10 cm weite Gläser (Einmachgläser), die täglich gewechselt und mit einer Handvoll Watte und einem Stücke in Milch getauchter Semmel versehen werden. Den Verschluss nach oben bildet ein starkes enges Drahtnetz, das um den vorspringenden Glasrand federnd umgebogen wird.

Kaninchen und Meerschweinchen kommen am besten in Käfige, deren Wände und Boden ganz aus viereckigen, mit Drahtnetz überzogenen Rahmen gebildet sind. Der Käfig steht auf 4 Füssen in einem flachen, mit Oelfarbe gestrichenen Eisenblechkasten, der mit Torfmull gefüllt ist. Die Exkremente werden so desodorirt; der Torfmull, alle Tage gewechselt, wird verbrannt; die Blechuntersätze mit 1 °/oo iger Sublimatlösung desinfizirt. Hunde und Katzen werden ähnlich aufbewahrt. Vor jeder neuen Verwendung muss der ganze Käfig mechanisch gereinigt und, nachdem er gründlich mit Sublimatlösung befeuchtet, durch Abbürsten mit solcher Lösung desinfizirt werden.

Ueber das Verhalten der Thiere müssen sorgfältige Beobachtungen angestellt und aufgezeichnet werden; etwaige Temperaturmessungen sind im Rektum vorzunehmen, wobei man die hohe Normaltemperatur vieler Thiere nicht ausser Acht lassen darf; sowie ein Thier gestorben ist, folge gleich die Sektion. Ist dieselbe nicht sofort möglich, so legt man das Thier schleunigst auf Eis in den Eiskasten. Die Resultate der Sektion eines seit vielen Stunden verstorbenen, in der Wärme aufbewahrten Thieres sind nur mit grosser Vorsicht zu benützen.

§ 78. Bei der Beurtheilung der Resultate von Infektionsversuchen ist folgendes zu bedenken: **Beurtheilung von Infektionsversuchen.**

Zeigt ein geimpftes Thier keine Empfänglichkeit für den supponirten Infektionserreger, so kann dies daher kommen, dass die betreffende Thier a r t immun gegen den fraglichen Pilz ist (z. B. Feldmäuse gegen die Septicämie der Hausmäuse; Hausmäuse gegen Rotz, während Feldmäuse dafür sehr empfänglich sind; Hunde sind fast immun gegen Milzbrand u. s. f.); andererseits giebt es auch mehr und weniger empfängliche Thiere der gleichen Art, ein Misserfolg an e i n e m Thiere beweist deshalb erst dann etwas, wenn er an 2—4 Anderen mit gleichem Resultate wiederholt ist. Es kann aber auch das Misslingen einer versuchten Infektion noch andere Ursachen haben, namentlich falsche Infektionsweise (Cholerabacillen sind bei Kaninchen und Meerschweinchen nur vom Magen oder Darme aus wirksam; sporenfreie Milzbrandbacillen nur von der Lunge aus, subcutan oder intravenös); es sind also stets mehrere Methoden zu versuchen, wenn uns nicht, wie dies bei der hygienischen Betrachtung manchmal der Fall ist, doch nur ein bestimmter Infektionsweg i n t e r e s s i r t. Beispielsweise genügt es natürlich nicht, von einem Pilze, von dem man eine Gesundheitsschädlichkeit beim Verzehren nachweisen will, darzuthun, dass er, ins Blut injizirt, Krankheiten hervorbringt; hier kommt alles auf seine Wirkung bei Anwendung des n a t ü r l i c h e n I n f e k t i o n s w e g e s an. Dass Impfungen nicht so gemacht

werden dürfen, dass man mit glühender Impfnadel flüchtig in die Pilzkultur fährt und so vielleicht kaum einen lebensfähigen Spaltpilz an die Nadel bekommt, versteht sich von selbst. Haben wiederholte Versuche an verschiedenartigen Thieren und auf verschiedenen Wegen kein positives Resultat gegeben, so dürfen wir deswegen doch nicht den Pilz auch für den Menschen als nicht pathogen bezeichnen. So sind z. B. mit Lepra nur zweifelhafte, mit Typhus, Gonorrhoe, Syphilis noch nie positive Resultate an Thieren erzielt, es giebt eben für den Menschen pathogene Organismen, für die kein bekanntes Thier empfänglich ist, wie auch der Mensch weder Rinderpest noch Hühnercholera bekommt.

Es wird also Fälle geben, wo wir einen Pilz allein deswegen als Infektionserreger ansprechen müssen, weil er

1. bei jedem Falle der betreffenden Infektionskrankheit, die man, im richtigen Stadium untersucht, gefunden wird und
2. weil der betreffende wohl charakterisirte Organismus sonst nirgends als bei der betreffenden Krankheit im Menschen (resp. Thiere) und event. seiner Umgebung vorkommt.

Infektion und Intoxikation.

§ 79. Haben wir aber in der skizzirten Reihe der Infektionsversuche positive Resultate, so folgt doch noch nicht ohne weiteres, dass ein Infektionserreger vorliegt. Wir nennen nur dann einen Pilz infektiös, wenn er in kleinsten Mengen in den Körper eingeführt, eine charakteristische lokale oder allgemeine Infektionskrankheit durch seine Vermehrung im Thierkörper hervorbringen kann. Vom erkrankten Thiere aus muss stets ein weiteres infizirbar sein.

Haben wir grössere Mengen zur „Infektion“ nöthig gehabt und mit kleinen Mengen stets Misserfolg erlebt, so sind 2 Portionen von 100—200 cbcm Bouillon mit dem Pilze zu infiziren und die eine Portion, nachdem sie durch $^{1}/_{2}{}^{h}$ Kochen im Dampftopfe sterilisirt ist, die andere, nachdem sie durch Filtration durch eine Thonzelle von allen Pilzen befreit ist, zur Injektion zu verwenden. Sehr oft wirkt die auf eine der beiden Weisen sterilisirte Lösung noch ebensogut wie vorher, was natürlich beweist, dass die Wirkung von Stoffwechselprodukten des Pilzes herkommt und nur als Intoxikation, nicht als Infektion zu deuten ist[1]).

Sterilisirung durch Filtration.

Die Sterilisirung durch Filtration geschieht folgendermassen: Die Bouillonprobe, in der sich der Pilz entwickelt hat, füllt man in den Thoncylinder (*a*), fixirt den letzteren durch einen Gummipfropf fest in dem mit 2 Ansätzen versehenen Glascylinder (*b*), (Fig. 37). Der eine Ansatz ist zugeschmolzen und ausgezogen, der andere mit einem Wattepfropf versehene (*c*) ist offen. Nun verdünnt man durch eine Wasserstrahlluftpumpe, die man bei *c* ansetzt, die Luft im Glascylinder, was ein langsames Durchtreten der Flüssigkeit durch *a* zur Folge hat. Das Filtrat ist pilzfrei, wenn der Apparat vorher durch trockene Hitze sterilisirt und der Cylinder ohne feine Risse war. Durch die abzubrechende Spitze *b* kann

1) Es ist zu beachten, dass auch gelöste Alkaloide, Fermente u. s. f. anfangs von der Thonzelle zurückgehalten werden, und dass erst nach Durchfiltriren einer grösseren Flüssigkeitsmenge Portionen von voller Giftigkeit aufgefangen werden (Sirotinin-Flügge).

man das Filtrat ausgiessen, eine Plattenkultur lässt auf das einfachste die Keimfreiheit kontrolliren. — Die theueren Chamberland'schen Porzellanfilter leisten kaum mehr.

Die Isolirung der toxischen Stoffwechselprodukte bestimmter Bakterien ist Brieger bereits in einigen Fällen geglückt (Typhus, Tetanus), die bisher isolirten Stoffe sind, soweit ihre Konstitution bekannt ist, vorwiegend Monamine, Diamine, Triamine, Ammoniumbasen.

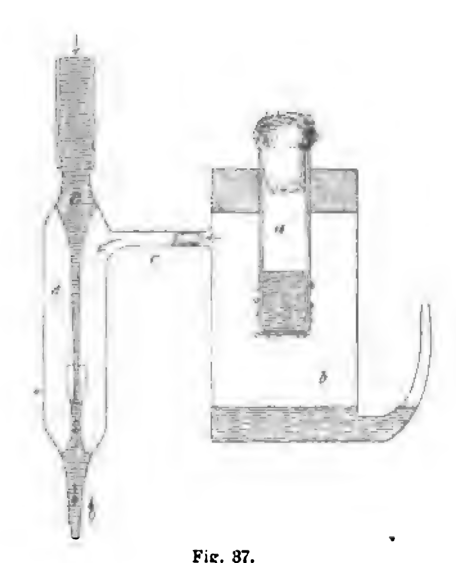


Fig. 87.
Filtration durch eine Thonzelle.

Ptomaïne.

Man fasst dieselben, da sie sämmtlich basische, stickstoffhaltige, organische Verbindungen sind und die ersten derselben bei Fäulnissprozessen gefunden wurden, als Fäulnissalkaloide oder Ptomaïne [Selmi] (πτωμα Fäulniss) zusammen. Nach Briegers Vorschlag bezeichnet man jetzt vielfach die giftigen unter ihnen als Toxine, die ungiftigen als Ptomaïne. Die Methoden der Isolirung siehe bei Brieger, Ueber Ptomaïne Heft I, II, III, Berlin, Hirschwald 1885—87. Eine gute Uebersicht über Ptomaïne findet sich in Kobert's Toxicologie.

Solche Untersuchungen setzen einen geschulten Chemiker voraus, ganz besonders wenn nicht nur Bekanntes wiederholt werden, sondern auch Neues gefunden werden soll. Sollen die Körper nicht chemisch isolirt werden, sondern nur die Anwesenheit chemischer Gifte näher dargethan werden, so mögen auch Versuche angestellt werden durch Ausschütteln mit Aether bei saurer und alkalischer Reaktion mit Benzin, Chloroform u. s. f., die giftige Substanz zu isoliren, die Extrakte mit Alkaloidreagentien auf Farbenreaktionen zu prüfen und ihre Wirkung auf Thiere zu studiren — doch haben solche Versuche höchstens praktischen, aber selten einen wissenschaftlichen Werth. Vergl. Dragendorff: Gerichtlich-chemische Ermittelung von Giften, III. Aufl. Braunschweig 1888.

Hat sich ein Spaltpilz im inficirten Thiere vermehrt?

§ 80. Die Untersuchung, ob sich ein Spaltpilz im geimpften Thiere vermehrt hat oder nicht, ist leicht, wenn es sich um extreme Fälle handelt. Immer wird man, wenn ein Beweis geliefert werden soll, eine gezählte Menge Spaltpilze zur Infektion verwenden, z. B. 1 cbcm einer Lösung von bekanntem, gezähltem Gehalte. Im getödteten Thiere wird namentlich das Blut, etwaige pathologische Transsudate, aber auch feinste, in Bouillon zerriebene Leber, Niere etc., Material zu Plattenkulturen liefern, deren Auszählung, verbunden mit ziemlich umständlichen Wägungen und Berechnungen, annähernd die Pilzzahl ermitteln lässt.

Einen ungefähren Anhaltspunkt, ob bei akuten Infektionskrankheiten eine Vermehrung stattfindet, ergiebt schon folgender Versuch:

Man infizirt 2 Thiere gleichzeitig mit einer gezählten Pilzmenge $^{1}/_{2}{}^{h}$ nach der Infektion legt man Platten aus Blut und zerquetschten Organen des einen, nach 24^{h} resp. beim Tode des anderen Thieres ebenso aus dessen Blut und Organen Platten an. Hat Vermehrung stattgefunden, so muss eine bedeutende Zunahme des Pilzgehaltes in den Platten aus dem 2. Thiere deutlich sein.

Sektionen unter bakteriologischen Cautelen.

§ 81. Es seien hier noch ein paar Worte über Sektionen unter bakteriologischen Cautelen erwähnt.

Das Thier wird fest an den 4 Beinen, den Rücken nach unten, aufgebunden, das Bauchhaar gründlich geschoren, die Haare sorgfältig entfernt, die geschorene Haut gründlich mit 1 $^{0}/_{00}$ Sublimatlösung nass gemacht oder auch das ganze Thier in Sublimatlösung eingetaucht und desinfizirt.

Jetzt richtet man sich unter einer Glasglocke eine grössere Anzahl von Pincetten (wenigstens 4), Messer (2—3) und Scheren (2—3) her, die man vorher alle in eine Blechdose verpackt im Trockenschranke bei 140^{0} sterilisirte. Ausserdem zwei sterilisirte Impfnadeln. Schon vorher hat man eine Anzahl Gelatine- resp. Agar- und Blutserumgläser und 3—4 kleine Gläser mit absolutem Alkohol bereit gestellt; 6—12 sorgfältig gereinigte und durch die Flamme gezogene Deckgläser auf weissem Papier in Reihen zurecht gelegt und mit einer Glasglocke bedeckt.

Sehr angenehm ist bei einer Sektion ein Gehilfe, der die gebrauchten Instrumente, welche der Secirende stets in 5 $^{0}/_{0}$ige Karbolsäure oder 1 $^{0}/_{00}$ Sublimat legt, abwischt und in der Flamme stets wieder sterilisirt, Versuchsprotokoll schreibt etc.

Man trennt mit sterilisirtem Messer die Bauchdecken in der Linea alba bis auf's Peritoneum, dann dieses vorsichtig mit einem frischen Messer, bringt von etwaigem Peritonealsekret auf 2 Deckgläser und in 2 Gelatineröhrchen, inspizirt flüchtig den Darm, schneidet dann rasch ein Stück Leber ab. Nun führt man mit einem frisch sterilisirten Messer auf die Leberoberfläche einen tiefen Schnitt, senkrecht darauf mit neuem Messer einen zweiten, nimmt von der so freigelegten innersten Lebersubstanz kleine Partikelchen mittelst einer Platinöse weg und bringt sie sofort in Gelatineröhrchen. Ebenso verfährt man mit Niere und Milz. Hierauf legt man haselnussgrosse Stückchen der Organe in absoluten Alkohol, auch fertigt man mit dem Organsaft Deckglasausstrichpräparate an. Die bestrichenen Deckgläser kommen zum Trocknen wieder unter die Glocke, neben jedes eine kurze Notiz über das Organ, mit dessen Saft es bestrichen. Man öffnet nun vom Zwerchfell aus mit frischem Messer die Brusthöhle, gewinnt succesive Perikardialflüssigkeit, Lungensaft, Herzblut zu Kultur und Mikroskopirung; auch Lungen- und Herzstückchen, sowie nachher eventuell kleine Stücke aus Magen, Darm, Lymphdrüsen, Haut u. s. f. werden zum Schneiden

in Alkohol konservirt. Herzblut erhält man nach antiseptischem Eröffnen des Perikards durch Anschneiden eines Ventrikels mit einem Messer und Einführen von Platinösen in's Herz. Statt dessen kann man eine sterile, zu kapillarer Spitze ausgezogene, zugeschmolzene, am anderen Ende mit Wattepfropf versehene Glasröhre in's Herz einführen und dann die Spitze abbrechen, wodurch man eine etwas grössere Blutmenge erhält, die man durch Ausblasen entleeren kann. Oft empfiehlt es sich mit Blut oder Organsaft direkt ein neues Thier zu impfen. Sowie die Sektion beendet ist, wird die Thierleiche vernichtet, am besten verbrannt in einem grossen Ofen z. B. in der Feuerung eines grossen Dampfkessels. Geht dies nicht, so umhüllt man den Kadaver mit stark mit Sublimatlösung benetzten Tüchern, gräbt an einem eingefriedigten Orte eine tiefe Grube (ca. $^1/_2$ Meter), füllt eine dicke Schichte Aetzkalk hinein, legt die Leiche darauf und bedeckt wieder mit Aetzkalk.

Die angelegten Gelatinekulturen werden z. Th. sofort zu Roll- oder Schalenplatten verwandelt, indem man die Gelatine höchst vorsichtig in 35^0 warmem Wasser verflüssigt[1]), damit nicht bei stärkerem Erhitzen die Pilze Schaden leiden. Neben den Originalplatten wird man natürlich stets Verdünnungen (pag. 67. Anmerkung) anlegen. Infizirter Agar gestattet keine nachträgliche Verflüssigung.

Hat man Organe aus schon angefaulten Leichen auf pathogene Organismen zu untersuchen, was man aber nur im Nothfalle thun wird, so legt man dieselben 10 Minuten in 5 % Karbolsäure, dann nochmals 5 Minuten in 1 % Sublimatlösung (die 0,5 % Wein- oder Salzsäure enthält). Man spült darauf die Oberfläche mit sterilisirtem Wasser ab, schneidet mit sterilen, noch heissen Messern die Oberfläche ein, zerreisst mit Pincetten centrale Partien, in die man dann die Impfnadel einsticht. Aeusserste Vorsicht in der Deutung der Befunde ist nöthig. Faule Leichen.

5. Uebersicht über die wichtigsten Spaltpilzarten.

§ 82. Vorbemerkung. Diese Uebersicht umfasst sämmtliche genauer bekannten Arten, die bei Menschen oder Thieren wichtige Infektionskrankheiten erregen; von zymogenen, chromogenen und saprogenen Arten sind neben den praktisch wichtigsten, einige derjenigen aufgenommen, die in Kursen mit Vorliebe als Uebungsbeispiele benutzt werden. Zum Bestimmen ist es meist nöthig zu besitzen: Gelatineplattenkultur, Stichkultur in Gelatine und Agar, Kartoffelkultur, zuweilen Bouillon- und Milchkultur. Jedem Bestimmungsversuch hat ein sorgfältiges makroskopisches und mikroskopisches Studium der Kulturen vorauszugehen. Nur sehr wenige Arten sind durch einzelne Merkmale vollkommen charakterisirt; die Mehrzahl ist nur durch die Summe der Einzelmerkmale zu bestimmen. Die verschiedensten morphologischen und biologischen Erfordernisse zum Bestimmen eines Spaltpilzes.

1) Manche halten sich flüssige Gelatine und Agar während der Sektion in warmem Wasser bereit und giessen die Platten sofort nach dem Impfen, was Vortheile hat.

Eigenschaften der Bakterien sind durch Kultur zu verändern: wir kennen Milzbrand, der nicht mehr pathogen ist, Milzbrand, der die Fähigkeit Sporen zu bilden ganz verloren hat, Milchsäurebakterien, die den Milchzucker kaum mehr vergähren, verschiedene chromogene Arten, die unter Umständen farblos wachsen, auch die Schnelligkeit der Gelatineverflüssigung wechselt bei Kulturformen der gleichen Art. Diese Veränderlichkeit einzelner Merkmale muss uns auffordern, recht vielseitig die einzelnen Arten zu studiren, wenn wir Bestimmungen ausführen oder aus den Eigenschaften Schlüsse auf die praktische Bedeutung ziehen wollen. Sehr viele in der Litteratur benannte oder mit Buchstaben karakterisirte Arten sind so unvollständig beschrieben, dass ein Wiedererkennen derselben nach der Beschreibung unmöglich ist. Eine strenge Systematik ist zur Zeit noch absolut unmöglich, sind schon manche Arten nur sehr locker begrenzt, so ist vollends die Abgrenzung der meisten Gattungen als ganz provisorisch anzusehen. Die nächsten Jahre müssen hier noch vieles klären.

Abkürzungen: G. = Bouillonpeptongelatine von ca. 8—10 % Gelatine, A. = Bouillonpeptonagar. K. = Kartoffel, W. = Wachsthum.

Aërobe Arten, die bei 20° auf Gelatine wachsen.

I. Uebersicht der aëroben Arten, die bei 20° auf Fleischwasserpeptongelatine zu kultiviren sind.

A. Kokken.

§ 83. Streng kugelige oder höchstens kurzovale Zellen in verschiedener Anordnung, niemals eine Andeutung von Stäbchen oder Fadenformen. Endogene Sporenbildung ist erst bei einigen Sarcinen und Mikrokokken nachgewiesen. Eigenbewegungen bisher nur bei einem geisseltragenden Micrococcus. (**M. agilis** Ali Cohen.)

I. Zellen zu kubischen Konglomeraten (8, 16, 64, seltener nur zu 4) waarenballenartig vereinigt. Kurzovalformen häufiger als Kugelformen. **Sarcina.**

1. G. ziemlich langsam verflüssigt in Form eines Trichters, auf G. gelblich-bräunlich, auf A. und K. orange. Zellen klein. Häufig in Luft. **S. aurantiaca** Koch.
2. G. sehr langsam verflüssigt, auf G., A. und K. schwefelgelb. Einzelzellen gross. Häufig in Luft. **S. lutea** Flügge.
3. G. bleibt fest, Zellen sehr klein (1—1½ µ). Grauliches, langsames, unregelmässig lappiges Oberflächenwachsthum auf G., in der Tiefe kaum Wachsthum, kümmerlich und farblos auf K. und in B. Im Respirationstraktus. **S. pulmonum** Virchow, Hauser.
4. G. bleibt fest, Zellen gross; auf G. kommt es nur zur Bildung von 1-, 2- und 4zelligen Verbänden, in Heuinfus entstehen bräunliche, kubisch angeordnete Pakete. Auf G. gelblichweiss, auf K. chromgelb. Im Magen, namentlich bei Dilatation. **S. Ventriculi** Goodsir, Falkenhayn.

II. Zellen zu vieren in einer Ebene, durch nicht färbbare Kitt- oder Hüllsubstanz zu Familien vereinigt, in keinem Stadium kubische Kolonien.

Auf G. saftiges, weisses Oberflächenwachsthum als flache Auflagerung; im Stich treten Klümpchen und Körner von ziemlicher Grösse auf. G. nie verflüssigt.

Auf A. wenig charakteristisch. Auf K. dick schleimig, fadenziehend. Färbbar nach Gram.

Für weisse Mäuse in 3—6 Tagen tödtlich, Meerschweinchen bekommen Abscesse; graue Mäuse, Kaninchen, Hunde sind immun. — Soll beim Menschen Eiterung erregen können. **Micrococcus tetragonus** Gaffky.

Von Lindner sind neuerdings 3 auf allen Nährböden nur in Tetraden, nicht in kubischen Verbänden wachsende Arten im Bier gefunden und auf sie ein Genus: **Pediococcus** begründet worden; namentlich **P. acidi lactici** Lindner bildet reichlich Milchsäure (C. f. B. IV. 427). Das Genus Pediococcus scheint dem älteren Genus **Merismopoedia** zu entsprechen.

III. Zellen in perlschnurartigen Verbänden, doch kommt nur in Bouillonkulturen diese Wachsthumsform ausgeprägt zur Beobachtung. Auf G. und in Organen öfters Einzelindividuen, kleine Häufchen und kurze Ketten. **Streptococcus** [1]).

1. Auf der G.Platte sehr zarte, wasserhelle, fein granulirte, runde, tröpfchenartige Kolonien. In der G.Stich-Kultur nur langsam sich entwickelnd; zartes, beschränktes, weisses Oberflächen-W. und feinkörniges weisses W. im Stich; die tiefliegenden Kulturen werden später grünlich-bräunlich. Auf Agar grauliches Oberflächen-W., Rasen am Rande dünn; auf K. kümmerliches W. nach Alkalisirung mit Soda. In Bouillon Trübung durch üppige Entwickelung. Färbbar nach Gram.

   Hierher eine Reihe sehr nahe verwandter Arten, die grösstentheils nur verschiedene Virulenzstufen des gleichen Organismus darstellen dürften.

   In der Haut (namentlich den Lymphspalten) bei Erysipel (Rothlauf, Rose) des Menschen. **Streptococcus erysipelatis** Fehleisen.

   Im Eiter in 50% der Fälle. **Streptococcus pyogenes** Rosenbach.

   Hierher gehörige Organismen sind von Flügge in einer leukämischen Milz (St. pyogenes malignus), von Hartmann bei puerperalen Infektionen in den Beckenphlegmonen, von Löffler, Raskin u. A. als sekundäre Infektionserreger bei Diphtheritis und Scharlach, von Nicolaier und Guarneri in Erde gefunden. Die virulenteren Formen tödten Mäuse, bringen Erysipel oder Phlegmone bei subcutaner Impfung am Kaninchenohr hervor, ja tödten Kaninchen.

   Vergl. Bender, C. f. Bakt. IV., wo sich die ganze Litteratur der Streitfrage findet, ob diese nahestehenden Arten unterscheidbar sind.

2. G. sehr rasch verflüssigt, ziemlich üppig wachsend; auf A. nur kümmerlich. Stets im Fleischkoth, nicht pathogen. **Streptococcus coli gracilis** Escherich.

3. Die Streptokokkenketten sind von einer enorm dicken Gallerthülle (Dextran, ein Kohlehydrat) umgeben; zahlreiche Individuen vereinigen sich zu dicken Gallertklumpen. Im Abwasser von Zuckerfabriken, gelegentlich die Zuckerfabrikation störend, da Zucker ergiebigst verzehrt wird. **Leuconostoc mesenterioides** Cienc.

IV. Je zwei halbkugelförmige Zellen sind durch einen schmaleren oder breiteren Streif unfärbbarer Substanz semmelförmig verbunden. [Manche Autoren nennen alle zu zweien angeordneten runden ovalen oder kurzstäbchenförmigen Spaltpilze Diplococcus, z. B. den Diplococcus Pneumoniae A. Fränkel.]

Hierher neben dem Dipl. Gonorrhoeae (§ 86) einige harmlose Saprophyten, z. B. G. langsam verflüssigt, Kultur prachtvoll rosa. In Würzburg sehr häufiger Luftpilz. **Diplococcus roseus** Bumm.

Ferner Bumm's Dip. albicans amplus, Dip. albicans tardissimus und andere.

V. Mikroskopisch ohne besonders charakteristische Anordnung, vorwiegend Neigung zur Bildung von regellosen Klumpen und Haufen. In diese Gruppe gehören alle in den vorangehenden 4 nicht unterzubringenden Kokken [2]).

---

[1]) Von einem Streptococcus wird auch nach Schütz und anderen Autoren sicherlich die Druse der Pferde (ansteckender Katarrh mit Schwellung und Vereiterung der Halslymphdrüsen) bewirkt. Diese Art wächst nach Schütz nur auf Serum (C. f. Bakt. V. p. 44), dagegen, allerdings kümmerlich, nach Poels auch auf G. und A.

[2]) Eine Anzahl eiterbewohnender Pilze dieser Gruppe wird von den Autoren nach Ogston und Rosenbach's Vorgang zu dem Subgenus Staphylococcus zusammengefasst, das nach meiner Meinung entweder aufzugeben oder auf zahlreiche von mir unter V zusammengefasste Pilze auszudehnen wäre. Uebrigens zeigen die Eiterstaphylokokken bei stärkeren Vergrösserungen vielfach ächte Semmelformen, könnten also auch den Diplokokken eingereiht werden. (Bumm, Heydenreich C. f. B. V. 59.)

1. G. wird verflüssigt.

a) Verflüssigung langsam, die buchtig umrandeten Kulturen sinken langsam in die G. ein. Auf Agar dicke Auflagerungen. Färben sich nach Gram.

Intravenöse Injektion macht eitrige Nephritis und Gelenkentzündungen, subcutane bringt Eiterung beim Kaninchen hervor, nach Verletzung eines Knochens Osteomyelitis, nach Herzklappenverletzung Endocarditis. Finden sich in jedem ächten Eiter, in Phlegmonen, Furunkeln etc. — gelegentlich auch in Spülwasser, Luft etc. In Milch bilden sie Milch- und Buttersäure.

1. Auf A. gold- bis orangegelb; auf G. blasser, Farbstoffbildung erst etwa vom dritten Tage ab deutlich, bei Sauerstoffabschluss weiss.
Staphylococcus pyogenes aureus Rosenbach[1]).
2. Auf A. und G. weiss. **Staphylococcus pyogenes albus** Rosenbach.
3. Auf A. und G. citronengelb. **Staphylococcus pyogenes citreus** Passet.

Von den langsam verflüssigenden Saprophyten hat Flügge eine Reihe beschrieben, die z. Th. ein recht charakteristisches Wachsthum auf Gelatine zeigen, z. B.

Micrococcus radiatus Flügge.
— **flavus desidens** Flügge.

b) Verflüssigung rasch.

Hierher zahlreiche Luft- und Wasserpilze, bisher ohne praktische Bedeutung, z. B.

Micrococcus coronatus Flügge.
Micrococcus ureae liquefaciens Flügge, vergährt Harnstoff zu Ammoniumkarbonat.

2. G. gar nicht verflüssigt.

Hierher sehr zahlreiche häufige Arten in Luft, Wasser, Milch, Boden etc., denen eine praktische Bedeutung bisher kaum zukommt: z. B.

Micrococcus candicans Flügge, **Micrococcus ureae** Leube u. Graser, } weisse, dicke, stearintropfenartige Auflagerungen auf Gelatine.
Micrococcus aquatilis Flügge.
Micrococcus cinnabareus Flügge.
Micrococcus pyogenes tenuis Rosenbach. Etwas grösser als die Staphylokokken, ohne charakteristische Anordnung, weiss. Auf Agar sehr zart. In Abscessen gefunden. Eiterung erregend.

B. Bacillen.

§ 84. Der Längendurchmesser übertrifft den Breitendurchmesser wenigstens um das 1½ bis 2fache, häufiger noch um das 3—4fache; viele Arten zeigen auf geeigneten Nährböden Auswachsen zu Fäden. Sporenbildung bei vielen sicher beobachtet, bei anderen fehlt sie sicher; bei noch anderen Arten sind die hierauf gerichteten Untersuchungen noch nicht zahlreich genug.

I. Die einzige Wuchsform ist das Kurzstäbchen (1½—2mal so lang wie breit), häufig hängen 2, seltener 4 Stäbchen zusammen. Sporenbildung scheint der Mehrzahl zu fehlen (entspricht annähernd dem Genus Bacterium Cohn).

1. G. nicht verflüssigt.

A) Kulturen auf G. weiss ohne Farbstoffproduktion. Im Stich körniges oft nicht zusammenhängendes Wachsthum. A.-Kulturen ganz uncharakteristisch weiss. Keine Eigenbewegung im hängenden Tropfen.

1. Alte G.-Kulturen gelblichgrau, junge weiss. Rand der anfangs durchscheinenden, dann graulich-gelblichen Plattenkultur fein ausgebuchtet. Grosse Neigung zu Bildung von Involutionsformen. Wächst noch bei 0°. Junge Kulturen auf 3% Kochsalz enthaltendes G., A., auf gesalzenem Fleisch

[1]) Die grundlegenden bakteriologischen Arbeiten über Eiterreger beim Menschen sind: Rosenbach, Mikroorganismen bei den Wundinfektionskrankheiten. Wiesbaden 1884. Passet, Untersuchungen über die Aetiologie der eitrigen Phlegmone. Berlin 1885.

u. s. f. leuchten intensiv grünlich im Dunkeln; bei geringem Salzgehalt Leuchten schwach. **Bacterium phosphorescens** Fischer[1]).

2. Auch alte G.-Kulturen weiss. Niemals Leuchten.

a) Auf Gelatineplatten weisses, theils gewölbtes, theils flaches Wachsthum.

α) Oberfläche der G.-Stichkultur wenig erhaben, graulich weiss, etwas gekerbt. Kurzstäbchen meist zu 2, seltener 4 aneinander. Endständige, kugelige Sporen. Eigenbewegung fehlt. Färben sich nach Gram.

Auf Kartoffel 3—4 mm dicker, graulich-weisser, von Gasbläschen durchzogener Belag. — Optimum bei ca. 30°. Milch gerinnt erst gelatinös, dann entsteht ein von Spalten durchzogenes Coagulum und klares Serum. Bildet aus Milchzucker Gährungsmilchsäure. Der wichtigste Pilz, der Säuerung der Milch bewirkt. Vergl. Hüppe Mitth. a. d. Ges.-Amt II. **Bacillus acidi lactici** Hüppe.

β) Oberfläche der G.-Stichkultur wechselnd; bald blattartig gelappt, derb ausgebreitet, bald zarter und von beschränktem W. Stäbchen von etwas wechselnder Länge (1 – 5 μ). Sporenbildung scheint zu fehlen. Nach Gram entfärbt. Bildet aus Milch: Milchsäure, Buttersäure, Ameisensäure, keine Toxine. Gedeiht auch anaërob. Auf jungen Kartoffeln erbsengelb, auf älteren weisslich ohne Gasblasen. Thiere, namentlich Meerschweinchen, sterben nach subcutaner oder intravenöser Injektion grösserer Dosen unter hämorrhagischen und nekrotisirenden Prozessen, namentlich im Magendarmkanal, Diarrhoe (Milzschwellung fehlt). **Bacillus coli communis** Escherich.

Hierher als nächste Verwandte: **Bacillus neapolitanus** Emmerich, **Bacillus cavicida** Brieger.

γ) Milchglasartige, weisse, undurchsichtige Kuppe auf der G.-Stichkultur; auch auf der G.-Platte kuppenartige weisse Erhebung wie ein Tapezierernagel mit Porzellanknopf („Nagelkultur"). Alte G.-Kulturen zeigen zuweilen bräunliche Färbung der Gelatine. Auf der Kartoffel weisslich saftiger Belag mit zahlreichen Gasblasen durchsetzt. — Kümmerliches Gährvermögen. Mikroskopisch sehr kurze Stäbchen meist zu mehreren aneinander hängend, wenn aus dem Thiere stammend mit einer schwach färbbaren Hülle versehen. Keine Sporen Nach Gram entfärbt. In Lungen und Blut bei manchen Fällen von croupöser Pneumonie. Für Mäuse, Meerschweinchen und Hunde bei Injektion in die Lungen pathogen. Vergl. Friedländer, Fortschritte der Medizin I. II. III.

Bacillus Pneumoniae Friedländer.

Sehr ähnlich **Bac. lactis aërogenes** Escherich aus Milchkoth; **Bac. pseudopneumonicus** Passet aus Eiter und **Bac. des Rhinoskleroms** Paltauf und Eiselsberg.

(Vergl. auch **Bacillus (Diplococcus) Pneumoniae** A. Fränkel § 86.)

b) auf G.-Platten durchscheinende kleinste Tröpfchen. Mässige uncharakt. Ausbreitung des oberflächlichen Belages der G.-Kultur; Peripherie gezähnelt. Stichkanal mit kugeligen unzusammenhängenden Pilzmassen. — Auch auf A. uncharakt. Keine Eigenbewegung. Die Bacillen färben sich an den Polen stärker als in der Mitte, so einen Diplokokkus vortäuschend. Nicht färbbar nach Gram. — Kaninchen, Mäuse, Tauben, Hühner sind sehr empfänglich. Tod in 24—48h; hierher:

1. **Bac. der Kaninchensepticämie** Koch = **Bac. cuniculicida** Flügge.

[1]) **Als Bacillus phosphorescens** Fischer ist ein westindischer Leuchtbacillus beschrieben, Bacterium phosphorescens dürfte mit Recht in **Bacillus Pflügeri** umgetauft werden, da **Micrococcus Pflügeri**, Lassar wohl identisch ist.

2. **Bac. der Hühnercholera** Pasteur = **Bac. Cholerae gallinarum** Flügge.
3. **Bac. der Schweineseuche** Löffler, Schütz.
4. **Bac. der Wildseuche** Kitt, Hüppe.

Von 3 und 4 ist namentlich auch Schweinen, von 4 auch Hirschen, Pferden und Rindern gegenüber eine sehr grosse Pathogenität dargethan auch bei Inhalation und Fütterung. Nach Hüppe (Berl. kl. Wochenschrift. 1885. Nr. 44—46) sind diese 4 Arten wohl identisch, die Verschiedenheit der Krankheiten durch verschiedene Virulenz, verschiedene Infektionsweise verschiedene Anpassung an bestimmte Thierarten bedingt. Jedenfalls sind Kaninchensepticämie und Hühnercholera kaum verschieden. Aehnlich ist:

Bac. der Frettchenseuche Eberth und Schimmelbusch (hat aber Eigenbewegung).

Etwas länger und schmäler als die Bac. der Kaninchensepticämie ist der von Löffler aus den Rachenauflagerungen kranker Tauben und Hühnern isolirte. **Bacillus diphtheriae Columbarum** Löffler.

Auf allen Nährböden in der Art der Kaninchensepticämie-Bacillen wenig charakt. wachsend. Tauben, Sperlinge, Kaninchen erkranken subcutan geimpft an nekrotis. Entzündungen; besonders charakt. ist eine weissliche Marmorirung der Leber der gestorbenen Mäuse. — Hühner-, Kälber-, Menschen-Diphtherie sind verschieden. L. Pfeiffer betrachtet den Pilz als eine Komplikation der Flagellatendiphtherie-Erkrankung.

c) Auf G.-Platten durchscheinende, scharfrandige, auffallend grobkörnige Kulturen. G.-Stichkultur: Ueppiges, grauweisses Oberflächenwachsthum, später ein runzeliges graues Häutchen bildend. Auf A. und K. üppig gelbgrau.

Mikroskopisch: Kurzstäbchen zumeist zu 2 zusammenhängend. Die zugekehrten Enden färben sich intensiv, die abgekehrten bleiben ungefärbt. Grösse schwankt nach dem Nährboden um das Vierfache (auf G. gross, auf A. und im Thier klein). Eigenbewegung. Sporen fraglich. Kulturen wirken verfüttert und injicirt, vor und nach dem Kochen tödtlich auf Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen und Hühner, nicht Hunde und Katzen. Ursache der Fleischvergiftung von Frankenhausen (Gärtner, Correspondenzblatt des ärztl. Vereins in Thüringen 1888, Nr. 9) und wohl vieler anderer. Vergl. Karlinski (C. f. B. VI.).
Bacillus enteritidis Gärtner.

B) Gelatinekulturen produziren Farbstoff.

a) G. farblos. Kolonie gelb [1]).
Plumpe kurze Bacillen, häufiger Luftpilz. **Bacillus luteus** Flügge.

2. Gelatine verflüssigt.

a) Rasch wachsend, G. stark verflüssigend, sehr lebhafte Eigenbewegung. Nicht nach Gram färbbar. In Blut- und Lungengewebe bei Thieren mit Vagusdurchschneidung; macht bei Kaninchen nach Injektion in die Lungen tödtliche Pneumonie. **Bacillus pneumonicus agilis** Schou-Flügge.

b) Klein, kurz, äusserst lebhafte Eigenbewegungen. Im Stiche uncharakteristisch. Auf der K. ein glänzend glatter, syrupartiger, sich rasch über die ganze Oberfläche ausbreitender Ueberzug; später leicht runzelig ohne tiefe Falten. Häufig auf K.-Kulturen als aus der Erde stammende Verunreinigung.
Bacillus liodermos Flügge.

c) Bacillus prodigiosus siehe sub II.

II. Neben Kurzstäbchen kommen auch Langstäbchen und Fadenformen vor. Endosporenbildung häufig, wenn auch nicht überall.

[1]) Beschreibung aller gelben Spaltpilze vergl. Prowe. Cohn's Beiträge, IV. Band. 3. Heft.

1. Gelatine nicht verflüssigt.

A) G.-Kultur weiss, G. ungefärbt.

α) Zarte perlmutterglänzende Auflagerung mit gezähneltem Rande auf der G.-Stichkultur, im Stiche homogenes sehr zartes Wachsthum. Auf A. üppige, weisse, saftige Auflagerüng. Besonders charakteristisch ist die ausgedehnte Ausbreitung des Wachsthumes auf der Kartoffel; der Pilz bildet hier einen fast unsichtbaren, schleimig klebrigen, dünnen Ueberzug, der, mit der Nadel aufgehoben, Fäden zieht. Zuweilen finden sich Varietäten des Pilzes mit deutlich sichtbarem Wachsthum auf der Kartoffel (Ali Cohen C. f. B. IV), früher schrieb man diese Variationen, die die Diagnose sehr erschweren, kleinen Verschiedenheiten des Nährbodens zu. — Mikroskopisch Stäbchen von sehr verschiedener Grösse (auf K. regelmässig Entwickelung langer Fäden), lebhafter Eigenbewegung, ohne Sporenbildung, dagegen mit Sporen vortäuschenden Vakuolen und Körnern (Buchner, Cent. f. Bakt. IV. 353). — Die Bacillen färben sich mit den alkoholisch wässrigen Anilinfarben schwer, gut mit Karbolfuchsin. Nach Gram entfärbt. Für Thiere nicht pathogen, manchmal tritt in den Kulturen ein Ptomaïn auf (Sirotinin Z. f. H. III.) Litteratur bei Seitz, Bakteriol. Studien zur Typhusäthiol. München 1886; die neueste in dem Jahresberichte.

Bacillus typhi abdominalis Eberth, Klebs, Gaffky.

β) Oberflächenwachsthum fast Null. Von dem ganzen Impfstich gehen quirlförmig feinste Züge in die G. oder A., so dass das zarte Bild einer Gläserbürste entsteht. Mikroskopisch: feinste kleine Bacillen; Sporenbildung beobachtet. Ursache des Stäbchenrothlaufs der Schweine und der Mäusesepticämie; vergl. Löffler (Arb. aus d. kais. Gesundh. Bd. I.); Lydtin und Schottelius: Der Rothl. der Schweine. Wiesbaden 1885.

Bacillus murisepticus Flügge, Koch.

B) G.-Kultur weiss oder weisslich. G. durch Farbstoffdiffusion gefärbt.

a) α) G. (u. A.) fluorescirt grünlichgelb; auf der Platte zeigen die Kulturen einen zackigen, wellig gebogenen Rand und Faltungen. In der G.-Stichkultur mässige Auflagerung an der Oberfläche und im Stichkanal. Auf der K. röthlichbräunliche Rasen. Schlanke bewegliche Bac. oft kurze Fäden darstellend. Besonders charakteristisch ist die reichliche Bildung röthlicher Sporen. **Bacillus erythrosporus** Cohn.

β) Aehnlich wie der vorige. Fluorescenz prachtvoll. Auf K. bräunlich. Bacillen sehr beweglich, meist Kurzstäbchen, jedoch gelegentlich, namentlich auf der K. im Brutschrank zu plumpen Fäden auswachsend. Sporen farblos. **Bacillus fluorescens putidus** Hüppe.

b) G. (u. A.) dunkelbraun bis blauschwarz. G.-Stichkultur zeigt bläulichweisslich schimmerndes, saftiges Köpfchen. Sterile Milch bleibt neutral nach der Impfung, färbt sich (Rahmschicht zuerst) graulichblau; auf Säurezusatz oder bei gleichzeitiger Anwesenheit von Milchsäurebacillen wird die Farbe himmelblau. K.-Kulturen sind gelblichgrau, die Kartoffelscheibe wird in der Umgebung graublau. Mikroskop: Dünne, längere und kürzere Bac. und kurze Fäden. Häufig Sporenbildung. Nicht pathogen.

Bacillus der blauen Milch = Bacillus cyanogenus Flügge.

2. Die Gelatine wird verflüssigt.

A) Kulturen und Nährboden farblos.

a) Auf Platten verästelte oder mit Ausläufern versehene Kulturen, die Kolonien schwärmen nicht. Grosse kräftige Bacillen, die bei höherer Temperatur eine exquisite Neigung zeigen zu Fäden auszuwachsen, in welchen dann reichliche Sporenbildung stattfindet. Auf A. uncharakteristisch.

α) Auf der Platte ein schimmelpilzartiges Gewirr welliger Fäden, ohne erkennbares Centrum. Wachsthum sehr rasch, Verflüssigung rapid. Vom Stiche gehen in seiner ganzen Länge eine Menge borstiger derber

Aestchen wie die Nadeln eines Fichtenzweiges ab. Eigenbewegung. Auf K. weisslich schleimig. Häufig in Erde und Luft.

Wurzelbacillus = **Bacillus mycoides** Flügge.

β) Auf der Platte zeigt jede Kolonie ein deutliches Centrum.

1. Die Kulturen stellen auf der Platte ein Konvolut lockiger Fäden mit wenig ausgesprochenem Mittelpunkte dar. Reinweiss. Vom obersten Theile des G.-Impfstiches gehen kurze zierliche Aestchen eine Strecke weit in die G. hinein, in den tieferen Theilen fehlen sie. Verflüssigung relativ langsam ohne oberflächliche Hautbildung Auf A. ist die Auflagerung grob granulirt, gelblichweiss. Auf der Kartoffel graulichweisse, ziemlich dicke Auflagerungen, die keine sehr grosse Breite erreichen. Sporenbildung nur bei Sauerstoffzutritt und einer Temperatur von 18 bis ca. 40°, nie im Thierkörper. Leicht färbbar, auch nach Gram; die gefärbten Stäbchen zeigen konkave Einziehungen der Enden. Eigenbewegung fehlt vollkommen. Nur aus milzbrandkranken Thieren und Menschen und aus dem Boden von Milzbrandlokalitäten zu züchten. Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen, Hammel, Rinder sterben nach Einverleibung geringer Mengen.

Milzbrandbacillus = **Bacillus anthracis** Flügge.

2. Die Plattenkolonien zeigen rundliche Centren mit strahligem Rande (Strahlenkranz).

α) G.-Stichkultur ohne seitliche Fortsätze; die Verflüssigung erreicht sehr bald den Rand des Gläschens und schreitet erst dann weiter nach abwärts. Schliesslich schwimmt eine graue faltige Haut auf der Oberfläche. Lebhafte Eigenbewegung. K.-kultur, gelblichweiss, breitet sich ziemlich stark aus, allmählich von schneeweissen mehlartigen Körnchen wie bepudert. Sehr häufiger Saprophyt, Sporen vertragen 1h lang 100°. Vor der Sporenbildung gliedern sich die langen Fäden meist durch deutlichere Einschnitte zu Bacillen. Es giebt eine Reihe naheverwandter Arten, vergl. z. B. Ludwig Klein, C. f. B. VI., wo 3 genau beschrieben und benannt sind.

Heubacillus = **Bacillus subtilis** Cohn.

β) G.-Stichkultur, ähnlich der vorigen. Auf Kartoffeln erst glatte gelbliche Auflagerung, vom 2. Tage ab faltig, runzelig, braune dünne Membranen. Häufiger Erd- und Luftpilz. „Kartoffelbacillus".

Bacillus mesentericus fuscus Flügge.

b) Die Kulturen auf der Platte schwärmen (aber nur auf höchstens 6%iger Gelatine). Die Formen der Kulturen äusserst mannigfaltig: die flachen Verflüssigungstrichter, von dichten Pilzkränzen umgeben, wandern, sich zungenförmig vorstreckend, allmählich über die Gelatine. In der Tiefe der Gelatine umgeben radienartige oder keulige, korkzieherartige Auswüchse die Plattenkulturen. Formen der Bacillen ebenso mannigfach; von kokkenartigen Kurzstäbchen bis zu langen Fäden finden sich alle Uebergänge. Endosporen fehlen. Vergl. Hauser: Ueber Fäulnissbakterien. Leipzig 1885. **Genus Proteus** Hauser.

Eiweiss- oder leimhaltige Nährböden werden unter Bildung giftiger und übelriechender Zersetzungsprodukte äusserst rasch verflüssigt. Häufig auf faulem Fleisch etc. Auch die sterilisirten Kulturen wirken toxisch.

Proteus vulgaris Hauser.

Aehnlich, aber durch besondere Neigung zur Bildung von Involutionsformen ausgezeichnet und die Gelatine nicht so rasch verflüssigend.

Proteus mirabilis Hauser.

(Die Gelatine wird fest gelassen von Proteus Zenkeri Hauser).

In letzter Zeit sind Proteusarten als Erreger septischer Prozesse beim Menschen gefunden. **Proteus hominis capsulatus** Bordoni-Uffreduzzi. (Z. f. H. III) vergl. auch Banti (c. f. B. V. 207).

c) Kolonien auf der G.-Platte, rundlich ohne Ausläufer.

α) Bacillen 2,5 μ dick und ca. 4 mal so lang; meist etwas gekrümmt. Rasch in G. einen Verflüssigungstrichter bildend. Von De Bary auf faulen Kohlblättern gefunden. Wegen ungewöhnlicher Grösse oft studirt.
Bacillus megaterium De Bary.

β) Bacillen nicht über 1 μ dick. Uncharakteristisches Wachsthum auf Gelatine, die zu einer graulich trüben Flüssigkeit wird.

a) Auf Kartoffeln: dicker, weisser, darmartig faltiger, ziemlich tief in die Substanz der Kartoffel hineinreichender Ueberzug, der in Fäden ausziehbar ist. Kaseïn der Milch wird labartig coagulirt und später unter Schleimbildung theilweise aufgelöst.
Bacillus mesentericus vulgatus Flügge.

b) G.-Stichkultur zeigt zartes faltiges Häutchen an der Oberfläche. Optimum bei 35–40°. Mikroskopisch: Sehr bewegliche grosse Stäbchen, zu Fäden auswachsend. Vor der Sporenbildung Spindelform. Kaseïn wird erst gefällt, dann zu Pepton gelöst, dabei Abspaltung von NH_3 und bitterer Geschmack. Bewirkt auch Buttersäuregährung (andere Buttersäurepilze § 87). **Bacillus butyricus** Hüppe.

B) Gelatine verflüssigt, Kulturen gefärbt.

1. Bildung von rothem Farbstoff.

a) Fast nur Ovalformen, selten und nur in (am besten saurer) Bouillon Fäden. Eigenbewegung vorhanden oder fehlt. Keine Sporen. Hält sich eingetrocknet gut. Auf G. sehr rasche Verflüssigung; Farbstoffproduktion nur an der Oberfläche, erst allmählich färbt sich der ganze Trichterinhalt rosa. Auf der Platte erst kreisrunde granulirte Kolonien, sehr rasch flache Verflüssigungstrichter mit graulichrothem Inhalt. Auf A. und Kartoffeln intensiv purpurroth. Aeltere K.-Kulturen zeigen grünmetallischen Reflex wie festes Fuchsin. Geruch nach Trimethylamin. — Ursache der „blutenden Hostien". — Bei sehr niederen und sehr hohen Temperaturen wächst er farblos, ebenso bei Luftabschluss.
Bacillus prodigiosus Ehrenberg.

b) Kurze feine Bacillen. Wachsthum ähnlich wie voriger. Aber Temperaturoptimum bei 36 statt 25°. Farbstoff ziegelroth, blasser.
Bacillus indicus Koch.

Verwandt ist **Bac. der rothen Milch** von Grotenfelt (Fortschritte der Med. 1889). Der Purpurfarbstoff wird hier nur im Dunkeln gebildet. Färbt Milch durch sein Wachsthum roth.

2. Bildung von grünfluorescirendem Farbstoff. (Vergl. Frick. Virchow's Archiv CXVI. Zusammenstellung der Bacillen mit grünem Farbstoff.)

α) Auf Gelatineplatten runde mit radiären Fasern besetzte Kolonien. Stichkultur zeigt bald intensiv grüngelbe Fluorescenz. Auf Kartoffeln gelblich braun, kratzt man ein Stück der Kultur ab, so färbt sich darunter die Kartoffel (am besten nach Betupfen mit NH_3) grünlich. Sterilisirte Milch wird oberflächlich gelblichgrün gefärbt, das Kaseïn ausgefällt und später peptonisirt. Mikroskopisch sind es kleine, schlanke, kürzere und längere Stäbchen oft zu mehreren verbunden. Sporenbildung häufig. Eigenbewegung. Im blaugrünen Eiter; der Pilz erregt Eiterung.
Bacillus des blaugrünen Eiters; Bacillus pyocyaneus Flügge.

β) Auf G.-Pl. zeigen die Kolonien mehrere verschiedenfarbige Zonen mit buchtigem Rande. Verflüssigung sehr rasch. Stichkultur erst trichterförmig, bald oberster Gläschenabschnitt ganz verflüssigt; Verflüssigung durch trüben Bodensatz nach unten abgeschlossen schreitet rasch vor. Auf K. bräunlich. Mikroskopisch zu zweien angeordnete kurze bewegliche Stäbchen. Sporen nicht gefunden. Aeusserst häufig in verschiedenen Formen in Wasser, Boden etc.
Bacillus fluorescens liquefaciens Flügge.

3. Bildung von violettem Farbstoff:
Langsam und nicht bei hohen Temperaturen wachsend. Auf G. violetter Farbstoff in der Spitze des Verflüssigungstrichters. Auf A. u. K. schwarzviolett. Schlanke Stäbchen, auch zu Fäden auswachsend.
Bacillus violaceus Cohn.

C. Spirillen.

Spirillen im weitesten Sinne.

§ 85. Gekrümmte Stäbchen (Kommaformen), grössere und kleinere Schraubenstücke, endlich ausgebildete Schrauben bilden die ausschliessliche Wuchsform. Flügge bezeichnet alles Hierhergehörende als Spirillum.

Bisher hat nur das Spirillum cholerae und die zwei leicht mit demselben zu verwechselnden Arten ein hygienisches Interesse. Die andern in neuerer Zeit beschriebenen Arten können nur anhangsweise erwähnt werden[1]).

Löffler fand durch seine Untersuchungen der Geisseln, dass die sogenannten Spirillen sich in 2 Gruppen zerlegen lassen:

1. Aechte Spirillen; mit ungeschlängelter straffer Geissel an jedem Ende der deutliche Schrauben darstellenden Organismen. Hierher: Spirillum rubrum, concentratum und Sp. undula aus Wasser.
2. Gekrümmte Formen, die als Kommabacillen oder Vibrionen zu bezeichnen wären; mit meist nur einer (seltener zwei) langen geschlängelten Geissel, ähnlich wie sie bewegliche Bacillen besitzen. Hierher die Choleraerreger und ihre Verwandten (C. f. B. VI. 209).

	1 **Spirillum Cholerae asiaticae = Kommabacillus (Koch).**	2 **Spirillum tyrogenum Deneke = Käsespirillum.**	3 **Spirillum von Finkler und Prior = Vibrio Proteus (Buchner und Gruber), angeblich: Spirillum der Cholera nostras.**
G.-Stichkultur bei 20°.	Wachsthum und Verflüssigung bei 20° langsam. Der entstehende kleine Verflüssigungstrichter erscheint nach 48h grösstentheils mit Luft gefüllt (durch Verdunstung). Im Stichkanal dann noch wenig Wachsthum. Erst nach Wochen ganzer Reagenzglasinhalt verflüssigt.	Wachsthum und Verflüssigung schneller als 1. Letztere ziemlich gleichmässig im ganzen Verlauf des Impfstiches. Nach 48h ist der Kanal noch schmal.	Viel schneller als 1 und 2. Sehr rasche hosenbeinförmige Verflüssigung der Gelatine im ganzen Stichkanal. In 1 Woche meist Gel. vollkommen verflüssigt.
A.-Stichkultur.	Uncharakteristisch schmutzig weiss.	Wie 1.	Wie 1.

[1]) Eine Gruppirung nach der Bildung von endogenen oder Arthrosporen ist noch nicht sicher zu geben. Hüppe schlägt vor zu trennen.

Ohne Endosporen, resp. mit Arthrosporen.		**Spirochaete.**
Mit Endosporen	Ohne Aenderung der Zellform bei der Sporenbildung.	**Spirillum.**
	Mit Aenderung der Zellform bei der Sporenbildung.	**Vibrio.**

	1 **Spirillum Cholerae asiaticae = Komma-bacillus (Koch).**	2 **Spirillum tyrogenum Deneke = Käse-spirillum.**	3 **Spirillum von Finkler und Prior = Vibrio Proteus (Buchner und Gruber), angeblich: Spirillum der Cholera nostras.**
Kartoffelkultur.	Brauner, wenig ausgedehnter Belag, nur bei Bruttemperatur sich entwickelnd.	Ueberhaupt kein Wachsthum.	Schon bei Zimmertemperatur üppiges, graulich-gelbes Wachsthum.
G.-Platte bei 60-facher Vergrösserung.	Contur ziemlich gröblich gebuchtet und gezackt, die Oberfläche wie mit Glasbröckchen bestreut, gelblich-braun, erst nach 48h Andeutung eines Verflüssigungshofes.	Contur glatt, Granulirung feiner als bei 1. Verflüssigung in der Umgebung der Kolonien rascher.	Contur glatt, Granulirung fein, gelblich. Schon nach 48h starke breite Verflüssigungszonen um die Kulturen, oft schon ganze Platte verflüssigt.
Mikroskopisch. Aussehen der Individuen.	Die Form eines schwachgebogenen Komma's ist die häufigste, Halbkreis- und S-Formen sind seltener. Namentlich am Rande von hängenden Bouillontropfen in der feuchten Kammer lange zierliche Schraubenformen.	In allen Dimensionen wenig kleiner als 1. Schraubenwindungen enger, Schraubengänge niedriger.	Etwas plumper und grösser als 1. Die Schrauben nicht so lang.
Eigenbewegung.	Lebhafte schiessende Eigenbewegung.	Ebenso.	Ebenso.
Dauerform.	Dauerformen fehlen, sehr empfindlich gegen Eintrocknen (vergl. Kitasato, Z. f. Hyg. V. p. 134).	?	?
Färbbarkeit.	Nach den gewöhnlichen Methoden leicht. Nicht nach Gram.	Ebenso.	Ebenso.
Chemische Reaktion.	In 1% Pepton enthaltender Bouillon in Reinkultur 24h gezüchtet liefern sie Indol und durch Reduktion von Nitraten, die aus der verwendeten Gelatine oder dem Kochsalz stammen, salpetrige Säure. Auf Zusatz reinster konzentrirter Schwefel- oder Salzsäure Rosaviolettfärbung (Bujwid'sche Reaktion).	Bujwid'sche Reaktion gelingt nicht.	Bujwid'sche Reaktion giebt nur bräunlichrothe Farbe.

	1 **Spirillum Cholerae asiaticae = Kommabacillus (Koch).**	2 **Spirillum tyrogenum Deneke = Käsespirillum.**	3 **Spirillum von Finkler und Prior = Vibrio Proteus(Buchner und Gruber). angeblich: Spirillum der Cholera nostras.**
Vorkommen.	Nur im Darminhalt, der Darmschleimhaut von Cholerakranken. Nicht im Blut.	Einmal in altem Käse.	Von Finkler und Prior im Stuhle bei Cholera nostras Kranken gefunden, von Anderen vermisst. Auch sonst ab und zu gefunden. Im Speichel (Miller), im Koth von Gesunden (Kuisl).
Wirkung.	Meerschweinchen sterben nach Injektion von Kulturen in den Magen nach Neutralisation des Mageninhalts und Verabreichung von etwas Opium. — In Eiern anaërob gezüchtet: starke Ptomaïnbildung. Hüppe (C. f. B. IV.).	Aehnlich wie 1, aber schwächer.	Aehnliche pathogene Wirkung wie 1.

Näheres mit Abbildung bei Riedel die Cholera; Koch und Gaffky Bericht über die Thätigkeit der Erforschung der Cholera u. s. w. in Arbeit des k. Gesundheitsamtes. Bd. III; Abbildungen auch in Tiemann-Gärtner, Untersuchung des Wassers.

In neuerer Zeit sind in Berlin von Kitasato ein **Spirillum concentratum** und von Esmarch ein **Spirillum rubrum** beschrieben, denen bisher keine weitere Bedeutung zukommt. Beide wachsen langsam, bilden sehr lange Spiralen und lassen die G. fest. Bei Spirillum rubrum sind unfärbbare Stellen beobachtet, die gegen Eintrocknen resistente Sporen darstellen.

Zahlreiche gekrümmte und spiralig gewundene Arten hat auch Waibel (C. f. B. II. u. IV.) aus Nasenschleim, Zungenbelag und Sumpfwasser beschrieben.

Von einem Spirillum, das Sorokin in einem hohlen Baume fand, hat er dargethan, dass seine typischen Endosporen noch im Mutterorganismus quer auf dessen Längsachse auskeimen. **Spirillum endoparagogicum.** C. f. B. I. p. 462.

Noch niemals kultivirt, aber mit Erfolg auf den Affen übertragen, ist die **Spirochaete Obermeieri** Virchow, der Erreger der Febris recurrens. Sie bildet lange, bewegliche, gewellte Fäden im Blute der Kranken vor und im Beginne des Anfalles.

II. Uebersicht über die aëroben Mikrokokken und Bacillen, die nur bei Temperaturen über 20° und vielfach überhaupt nicht auf Gelatine wachsen.

A. Wachsthum in Form von Kugeln, Ovalformen und Kurzstäbchen.

Aërobe Bakterien, die höhere Temperatur zum Gedeihen gebrauchen.

§ 86. 1. Wächst nicht auf G. und A. Kümmerlich zart ohne zu verflüssigen auf Blutserum bei 30—34°. Lauter semmelförmige Diplokokken mit linsenförmigem Spalt. Nach Gram nicht färbbar, am besten nach Löffler. Kokken liegen vorwiegend in den Eiterzellen. Im Trippersekret und dem Eiter bei gonorrhoischer Conjunctivitis (Blennorrhoea neonatorum). Auf kein Thier übertragbar, experimentell auf den Menschen übertragen. „Gonococcus." Vergl. Bumm, Der Mikroorg. der gon. Schleimhauterkrankung. Wiesbaden. II. Aufl. 1887.
Diplococcus gonorrhoeae, Neisser, Bumm.

2. Wächst nur bei Temperaturen über 24°, dann zwar kümmerlich und zart ohne zu verflüssigen auch auf Gelatine. Auf Agar und Blutserum zart etwa wie der Streptococcus des Erysipels. Optimum bei 35°. Mikroskopisch ovale, meist zu zweien angeordnete, an den freien Enden oft zugespitzte Zellen oder Kurzstäbchen, zuweilen zu ganzen Ketten angeordnet. Bewegungslos. Aus dem Thier stammend mit einer Hülle umgeben, in der Kultur fehlt diese. Pathogen für Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen. Ursache eines Theiles der menschlichen Pneumonien, aber auch bei Empyem, Peritonitis, Endo- und Perikarditis, Otitis, Meningitis, Cerebrospinalmeningitis als Ursache erkannt. — Auch im Mundschleim Gesunder. Leicht färbbar nach Gram. A. Fränkels Pneumococcus, Micrococcus der Sputumsepticaemie.
Diplococcus Pneumoniae, A. Fränkel, Weichselbaum.

3. Sehr nahe verwandt ist der Bacillus salivarius septicus, der aber auf Gelatine bei 20° wächst und für Meerschweinchen nicht pathogen ist.
Bacillus salivarius septicus, Biondi.

4. In die Zellen des Exsudates bei Meningitis cerebrospinalis epidemica finden sich nach Weichselbaum häufig kleine Häufchen eines Micrococcus eingeschlossen, der nur bei Brüttemperatur auf A. u. Serum wächst. Färbt sich am besten mit Löffler's Blau. Nach Gram entfärbt (Fortsch. der Med. 1887).
Diplococcus intracellularis meningitidis, Weichselbaum.

B. Wachsthum als schlanke Bacillen.

1. Auf A. Glycerin-A., ja G. bei Temperaturen von 25° ab wachsend.
   a) Kein oder ein äusserst kümmerliches, verspätetes Wachsthum auf der Kartoffel. Auf den andern Nährböden ziemlich langsam, weisslich, wenig charakteristisch wachsend. Am besten auf einer Mischung von Blutserum und Zuckergelatine; gut auf Glycerinagar und in Milch.
   Mikroskopisch: Ziemlich dicke, schlanke Stäbchen, Enden oft knopfig verdickt. Unbeweglich. Keine sicheren Sporen.
   Findet sich in den tiefen Schichten von Diphtheriemembranen, einmal bei einem gesunden Kind. Pathogen für Meerschweinchen, Kaninchen, Tauben. — Veranlassen Membranen, Lähmungen, Tod. — Bilden starke Gifte. Nie in inneren Organen. Durch Roux u. Yersin (C. f. B. V. u. VI.) sind Löffler's Mittheilungen (Mitth. d. kais. Gesundh.-Amts II. p. 421) bestätigt und erweitert. Vergl. auch Zarniko (C. f. B. VI.); an diesem Orte findet sich neben der Litteratur und eigenen Beobachtungen auch eine Besprechung des äusserst ähnlichen, aber nicht pathogenen, durch seine Bouillonkultur unterscheidbaren Pseudodiphtheriebacillus v. Hofmann's.
   Bacillus diphtheriae, Löffler.

b) W. auf Kartoffeln im Brutschrank sehr charakteristisch, erst gelblich, dann gelbbraun (honiggelb), schliesslich dunkelbraun. Die A.-Kultur ebenso wie die auf Glycerinagar uncharakteristisch weisslich.

Mikroskopisch schlanke und dabei kräftige kleine Bacillen, sehr beweglich. Sporenbildung. Grosse Neigung zur Bildung von Involutionsformen.

In den Geschwüren und Knoten beim Rotz der Pferde. Zur Diagnose exstirpirt man eine geschwollene Kehlganglymphdrüse und macht eine Kartoffelkultur. Ausser Pferden sind Feldmäuse (nicht Hausmäuse), Meerschweinchen, Kaninchen und Menschen empfänglich. Vergl. Löffler, Arb. aus dem k. Gesundheitsamt 1886. **Bacillus Mallei**, Löffler u. Schütz.

2. Kein Wachsthum auf G. und A. Dagegen langsames Wachsthum bei 30—34° auf Blutserum und Glycerinagar, auf letzterem bilden sich dicke, konzentrische, unregelmässig geformte Kulturen; auf Blutserum nur kleine, trockene, schuppenartige Auflagerungen, die bei schwacher Vergrösserung aus lauter S förmigen Zügen von Bacillen bestehen. Nach Pawlowsky wächst der Bacillus auch auf Kartoffelstückchen, wenn man dieselben mit dem Pilz einreibt und sie dann in Gläschen einschmilzt, um Vertrocknung zu verhüten.

Mikroskopisch: Lange sehr dünne Bacillen, unbeweglich oft sporenhaltig. Ueber die Färbung vergl. § 46. Nur in tuberkulösen Produkten des Menschen und der Thiere (Perlsucht). Erzeugt bei allen Versuchsthieren Tuberkulose bei den verschiedensten Methoden der Einverleibungen. Vergl. Koch (Mitth. aus dem k. Gesundh.-Amt II.) **Bacillus tuberculosis**, Koch[1]).

Obligate Anaëroben.

III. Uebersicht über (obligat) anaërobe Spaltpilze[2]).

§ 87. A. Gelatine nicht verflüssigt.

a) Bildet Buttersäure[3]) und Butylalkohol aus Kohlehydraten, wird durch Jod blau. Kulturen in G. oval spindel- oder citronenförmig, im durchfallenden Licht schwarz. (Bac. Amylobacter Autorum.)

α. Die vegetativen Zellen cylindrische, gerade, selten schwachgekrümmte Stäbchen, 0,6—0,8 μ breit, 3—5 μ lang, häufig zu mehreren in Reihen; auch ungegliederte Fäden kommen vor. Sporenbildung stets in der Mitte der Zelle, die Spindelform annimmt. — Stäbchen zur Zeit der Sporenbildung mit Jod abschnittweise oder in toto blau. Kulturen jung fast kugelrund, hellfarbig granulirt.

Bacillus Amylobacter I seu Clostridium butyricum I, Max Gruber.

β. Die vegetativen Zellen stets stark gekrümmt, länger, schmäler wie bei der vorigen Art. Sporen stets endständig; die Zelle nimmt dabei Keulen- oder Kaulquappenform an. Auch hier Blaufärbung durch Jod.

Bacillus Amylobacter II seu Clostridium butyricum II Max Gruber.

B. Die Gelatine wird verflüssigt.

1. In Gelatine entwickeln sich bei Schüttelkulturen erst mit farbloser, dann mit graulicher Flüssigkeit gefüllte Kugeln, die an der Oberfläche eine radiäre Streifung zeigen. Gasentwickelung fehlt meist, ebenso Geruch (Liborius). Kitasato fand penetranten Gestank.

Auf A.-Platten zartes, moosartiges Wachsthum.

---

[1]) Sehr ähnlich **Bacillus Leprae.** A. Hansen; **Bacillus der Syphilis**, Lustgarten. Einiges über ihre Färbung ist § 46 gesagt. Kürzlich ist auch der Bacillus Leprae von Bordoni-Uffreduzzi auf Glyceringelatine gezüchtet (C. f. B. V.). Die „Syphilisbacillen" sind in ihrer diagnostischen Bedeutung noch unklar, da sie im Gewebe von der Mehrzahl der Autoren spärlich oder gar nicht gefunden wurden.

[2]) Ausser den hier beschriebenen sind von Liborius (Z. f. H. I) und Lüderitz (Z. f. H. V) noch einige Arten in festen Nährböden gezüchtet, die bisher ohne praktische Bedeutung sind.

[3]) Vgl. auch oben Bacill. butyricus Hüppe.

Mikroskopisch: Schlanke bewegliche Bacillen zu langen Fäden auswachsend, Sporenbildung in kleineren Bacillen unter Auftreten von Kaulquappenformen. Vibrion septique der Franzosen = **Bacillus oedematis maligni**, Koch, Liborius.

2. Aehnliche, aber mit einem lichten Saum umgebene Bacillen; Sporenbildung ohne Aufschwellen, meist 2 Sporen in einem Bacillus. In Zucker G. starke Entwickelung von Gasblasen und Buttersäuregeruch. Begleitet oft den Bac. des mal. Oedems. — Pathogen durch Ptomaïnbildung.
Pseudooedembacillus, Liborius.

3. Hierher gehört auch der erst in der allerneuesten Zeit bei Koch von Kistasato (Z. f. Hyg. VII. 1889) reingezüchtete **Bacillus tetani** Nicolaier. Auf Agar bildet er zierliche federige Figuren um ein dunkleres Centrum, auch die Agarstichkultur zeigt zierliche Umhüllung mit Federchen. Zur Kultur erhitzt man die Bakteriengemenge, von denen man ausgeht, $^{1}/_{2}{}^{h}$ auf 80°, um möglichst alles bis auf die Sporen des Tetanusbacillus zu tödten. Enthielt der Eiter keine Sporen, so hält man ihn vorher 24^{h} im Brütofen. — Die Kulturen erzeugen strychninartig wirkende Alkaloide (Tetanin, Tetanotoxin Brieger).

Mikroskopisch: Feiner, schlanker, borstenartiger Bacillus, häufig endständige grosse Sporen bildend. Färbung nach den gewöhnlichen Methoden.

Für Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen pathogen. Im Boden und im spärlichen Eiter der Wunden, von denen Wundstarrkrampf ausgeht. Auch Ursache des Tetanus neonatorum (Beumer). Bei mit Reinkulturen infizirten Versuchsthieren gestattet die bisherige Technik in keiner Weise das Auffinden der Bacillen bei der Sektion. Die ganze Litteratur der Frage behandelt Raum (Z. f. H. IV.).

Hierher auch Clostridium foetidum Liborius, der den anaëroben Buttersäurebacillen ähnlich ist, aber Gelatine verflüssigt.

C. In festen Nährböden bisher nicht gezüchtet.

1. **Bacillus des Rauschbrand.** Kitasato hat bei Bruttemperatur durch anaërobe Kultur in frischer, ganz schwach saurer Bouillon (am besten Meerschweinchenbouillon) nach der Verdünnungsmethode Reinkulturen erhalten. Die Bouillon wird unter Gasbildung trübe; es ballen sich dann Flöckchen zusammen, die allmählich zu Boden sinken, wobei sich die Flüssigkeit klärt. Der Geruch ist schwach nach Buttersäure. — Virulenz erhält sich nur, wenn jede Woche umgezüchtet. — Mikroskopisch bewegliche Bacillen 3—6 μ lang, 0,6 μ breit, häufig Clostridiumformen. Sporenbildung unsicher. Vgl. Z. f. H. VI.

IV. Uebersicht über einige höhere Spaltpilze aus Wasser, die bisher auf festen Nährböden nicht kultivirt sind.

§ 88. Fadenförmige Spaltpilze mit deutlichem Gegensatz von Basis und Spitze, was bei allen bisher erwähnten Formen nicht der Fall ist. Bildung von Endosporen nach Art der Bacillen fehlt. Flügge giebt folgendes Schema: Höhere Spaltpilze aus Wasser.

Fäden ohne Gallertscheide	ohne Einlagerung von Schwefelkörnchen	Leptothrix.
	mit „ „ „	Beggiatoa.
Fäden mit Scheide	unverzweigt, deutlich gegliedert	Crenothrix,
	mit pseudodichotomer Verzweigung	Cladothrix,
	undeutlich gegliedert.	

Von den sogenannten Leptothrixarten der Mundhöhle hat Arustamow 2 rein gezüchtet (C. f. B. VI); sonst wissen wir noch herzlich wenig über Morphologie und Biologie von „Leptothrix“.

Beggiatoa besteht nach Zopf aus langen Fäden, die unten, wo sie festsitzen, dünner und deutlicher gegliedert sind, oben sind sie dicker, und die Gliederung ist nur

durch Färbung deutlich zu machen. Die Beggiatoen verwandeln Sulfate in Sulfide resp. Schwefelwasserstoff und speichern Schwefel auf. Am bekanntesten ist die farblose Beggiatoa alba (Vauch) Trev.

Crenothrix und **Cladothrix** bilden makroskopisch helle bis dunkelbraune Flöckchen; letztere Farbe rührt von Eisenoxyd her, das sich in die Scheiden einlagert. **Crenothrix polyspora** Cohn besteht aus bescheideten, unten dünnen, oben dickeren unverzweigten Fäden mit deutlichen, unten langgestreckten, oben breiten, kurzen Gliedern. Die oberen scheibenförmigen Glieder können zu kleineren Theilstücken zerfallen, die als Sporen funktioniren. Entweder werden letztere frei, oder sie wachsen in der Mutterpflanze zu Fäden aus. **Cladothrix dichotoma** Cohn besteht aus zarten, dünnbescheideten Fäden mit undeutlicher, oft nur durch Farbstoffe hervortretender Gliederung. Charakteristisch ist, dass bei Cladothrix durch seitliches Vorbeiwachsen eines tieferen Gliedes an einem höheren häufig eine auffallende scheinbare Verzweigung zu Stande kommt. Macé (C. f. B. IV.) hat kürzlich diese Art auf festen Nährböden gezüchtet. Grauliche Pilzrasen von trockener Oberfläche; G. und A. färben sich dunkelbraun, G. wird verflüssigt. Beide Arten finden sich häufig im (namentlich unreinen) Wasser; Crenothrix setzt einen wenn auch geringen Eisengehalt voraus.

In die Verwandtschaft dieser Wasserpilze [1]) soll auch der Actinomyces gehören, vergl. Fleisch.

V. Anhang zur bakteriologischen Methodik.

Einige Notizen über höhere Pilze.

§ 89. Neben den Spaltpilzen spielen eine Anzahl grösserer, höher organisirter Pilze eine wichtige Rolle in der Hygiene, weil sie Gährungs- oder Zersetzungsprozesse in Nahrungsmitteln einleiten, z. Th. auch als pathogen erkannt sind. Man pflegt die hier in Frage kommenden Pilze (die Hutpilze beschäftigen uns hier nicht) meist mehr praktisch als wissenschaftlich vom medizinischen Standpunkt aus einzutheilen in:

Schimmel- oder Fadenpilze, Hyphomyceten.

1. Schimmel- oder Fadenpilze (im weitesten Sinne): Die Pilze bilden auf in Zersetzung begriffenen Nahrungsmitteln ein verzweigtes ein- oder mehrzelliges Mycel, das aus weichen Fäden besteht. An manchen Stellen erheben sich Fruchtträger, auf denen sich ungeschlechtlich gebildete Sporen (Conidien) in der mannigfaltigsten Weise abschnüren, oder diese Abschnürung findet von nicht ausgezeichneten Mycelästen statt. In dieser Weise umgrenzt, passen Entwickelungsformen der verschiedensten Pilzklassen, wie namentlich Brefeld's neue Untersuchungen gezeigt haben, in den Rahmen der Fadenpilze; bei der Schwierigkeit, die höheren Fruchtformen, die oft sehr mannigfachen höheren Entwickelungsstadien überhaupt zu kultiviren und richtig zu deuten, muss hier auf jedes Eintreten in diese Fragen verzichtet werden, zumal es eine sehr grosse Zahl verschiedener bisher kaum nach Beschreibungen zu

[1]) Litteratur: Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd I, Heft 1—3. Zopf, Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig 1882. Kubel-Tiemann, Untersuchung des Wassers. III. Aufl. 1888—89.

Der neueste Bearbeiter der Schwefelbakterien, Winogradsky, nennt Beggiatoa nur nicht festsitzende Arten; die festsitzenden mit Scheiden versehenen Schwefelspaltpilze nennt er Thiotrix. Im weiteren behauptet Winogradsky die Angaben von Zopf über Schwärmerbildung seien falsch, die Vermehrung finde einfach durch Theilung statt. — Die von ihm studirte Leptothrix ochracea Kützing beschreibt er als scheidenbildend, so dass die Nomenclatur obigem Schema nicht entspricht. (C. f. B. IV. p. 65 und V. p. 73.)

identifizirender Arten giebt, die uns z. B. aus der Luft gelegentlich auf unsere Platten fallen und dort als „Schimmelpilze“ gelten.

Hefepilze, Saccharomyceten.

2. Sprosspilze — Hefepilze – Saccharomyceten. Der Mediziner hat sich gewöhnt, alle mit kugeligen, eiförmigen oder auch gestreckten Zellen in einfachen Sprossverbänden wachsende Organismen als Hefen zu bezeichnen. Die Botaniker wiesen nach, dass wenigstens die gefärbten (rothen, schwarzen) Hefen nicht zur Gattung Saccharomyces gehörten, da sie nie wie alle ächten Saccharomycesarten eine Sporenbildung (kugelige, stärker lichtbrechende Gebilde häufig in der Vierzahl) im Inneren der Zellen aufwiesen. In neuester Zeit hat Brefeld ausgesprochen, dass die ganzen Saccharomyceten in die Entwickelungsgeschichte höherer Pilze hineingehören, also keine selbständigen Arten darstellen. Seit lange weiss man übrigens, dass gewisse Entwickelungsformen von Schimmelpilzen (z. B. Mucor) Hefen täuschend gleichen.

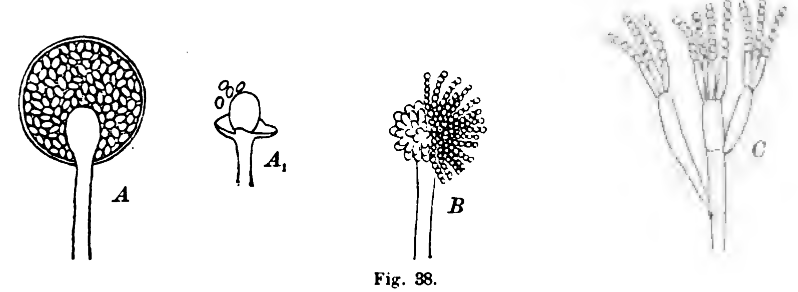


Fig. 38.
Schematische Darstellung der Sporen(Conidien-)träger einiger Schimmelpilze. *A* und A_1 Mucor (A_1 stellt die Columella nach Platzen der Membran von einigen Sporen umgeben dar), *B* Aspergillus, *C* Penicillium.

Die höheren Pilze sind meist ungefärbt vollkommen gut zu beobachten, wenn es sich um die Untersuchung derselben ausserhalb von Geweben handelt. Hefe kann man übrigens auch wie Spaltpilze färben.

Färbung höherer Pilze.

Für Fadenpilze (Schimmelpilze) giebt im Gewebe die Löffler'sche Alkalimethylenblaufärbung wie bei Spaltpilzen gute Bilder. Auch nach Gram sind Schimmelpilze gut zu färben.

Nährböden für höhere Pilze.

Die Mehrzahl der hier in Frage kommenden Organismen gedeiht besser auf schwach sauren als auf alkalischen Nährböden; man kultivirt sie deswegen häufig auf mit Essigsäure schwach angesäuerter Fleischinfuspeptongelatine oder auf gewöhnlicher Gelatine, der man Pflaumendekokt, Bierwürze, Abkochung von saurem Brode etc. zusetzte. Besonders beliebt sind für die Schimmelpilze im engeren Sinne (Mucor, Penicillium, Aspergillus) als Nährboden Kartoffeln und Brodbrei, der aus fein zerpflücktem Schwarzbrod und Wasser durch einstündiges Kochen hergestellt wird. Der Brei wird schliesslich in dünner Schicht auf den Boden von sterilisirten Erlenmayer'schen Kölbchen gebracht und nun nochmals einige Stunden im Dampftopf gehalten. Für Hefepilze ist Bierwürze der wichtigste flüssige, Bierwürzegelatine der wichtigste feste Nährboden. Gut gedeihen sie auch auf sterilisirten Apfelscheiben.

Platten-kultur.

Zur Anlage von Schimmel- oder Hefereinkulturen verfährt man ganz nach den Regeln der Plattenkultur, man wird meist schwach sauere Nährböden verwenden und die Platten möglichst dünn zu besäen trachten. Die sauere Reaktion hemmt gleichzeitig zahlreiche Spaltpilze in der Entwickelung.

Trennung von Spalt- und Schimmelpilzen.

Will man umgekehrt Spaltpilze aus einem gleichzeitig Schimmelpilze enthaltenden Gemische isoliren, so nimmt man schwach alkalische Gelatine, der man (Schill) vor dem Sterilisiren ein Körnchen Kampfer zusetzte, hierdurch sollen nur die Schimmelpilze in ihrer Entwickelung gestört werden.

VI. Uebersicht über einige der wichtigsten Gattungen und Arten der Fadenpilze und Sprosspilze.

Schimmelpilze im engeren Sinne.

1. Schimmelpilze im engeren Sinne[1]), d. h. Fadenpilze mit charakteristischen Sporenträgern.

§ 90. I. Mycelium verzweigt, gegliedert. Die aufsteigenden Fruchtträger sind an der Spitze mehrfach gegabelt, auf jeder Zinke steht ein Büschel cylindrischer Träger (Basidien), deren jeder eine Reihe blaugrüner, kugeliger Sporen perlschnurförmig abschnürt. Fadendicke 0,7 - 4 μ, Sporendurchmesser 3,5 μ. Gedeiht am besten bei 26°, bei Bruttemperatur nicht. Verflüssigt langsam die Gelatine, auf derselben erst weissflockige, dann blaugrüne, sammetartige Rasen erzeugend. — Ueberall auf schimmelnden Dingen. Pinselschimmel (Fig. 38 *C*). **Penicillium glaucum L.**

II. Mycelium verzweigt. Fäden gegliedert. Die Fruchtträger meist unverzweigt, sie schwellen an der Spitze blasig an. An der Aussenfläche der Blase stehen morgensternförmig ausgestülpt einfache oder getheilte Sterigmen, deren jede eine Sporen- (Conidien-) kette abschnürt. Bei vermindertem Luftzutritt bilden die hierher gehörigen Gattungen Dauerfrüchte, die hier nicht näher berücksichtigt werden können.

1. Sterigmen verzweigt (Subgenus **Sterigmatocystis**). Dauerfrüchte derb.

A. Rasen chlorgrün, ältere Rasen bräunlich, schmutzig grün u. s. f. Fruchtträger theilweise verzweigt, braunröthlich. Sporen 3—4 μ im Durchmesser, gelbgrün. Optimum bei 40°. Pathogen für Thiere. **Aspergillus nidulans**, Eidam.

B. Rasen schwarz bis dunkelbraun. Sporen rund, reif schwarz, braun. 3,5—4 μ. Optimum bei 34°. **Aspergillus niger**, van Tieghem.

Hierher Asp. ochraceus, albus u. s. f.

2. Sterigmen unverzweigt, Dauerfrüchte derb. **Aspergillus** im engeren Sinne (Fig. 38 *B*).

A. Rasen blaugrün. später schmutzig grau. Ganze Pflanze klein. Sporen klein, rund, meist farblos 2,5—3 μ. Optimum bei 37—40°. Minimum bei 15°. Pathogen für Thiere. Ansiedelung in Herz, Niere und häutigem Labyrinth (Gleichgewichtsstörungen). **Aspergillus fumigatus**, Lichtheim.

B. Rasen gelblichgrün. Kleiner als A. glauc., grösser als fumig. Sporen gelb bis braun, Oberfläche feinwarzig 5—7 μ. Optimum bei 28°. Pathogen. **Asp. flavescens**, Wreden = **Asp. flavus**, Brefeld.

---

[1]) Diese vom Laien als unbedingt nahe verwandt angesehene Gruppe besteht, wie hier nicht ausgeführt werden kann aus botanisch sehr fernstehenden Gattungen; die höheren Fruchtformen, die diese Pilze zuweilen bilden, stellen Penicillium zu den Tuberaceen (Trüffeln), Aspergillus zu den Ascomyceten (Schlauchpilzen), wogegen Mucor, bei dem Kopulation nachgewiesen ist, zu den Zygosporeen gehört.

Näheres über die erwähnten und andere Schimmelarten: Rabenhorst-Winter, Kryptogamenflora Deutschlands. II. Aufl. Abtheilung Pilze; Siebenmann, die Schimmelmykosen des menschlichen Ohrs. Wiesbaden 1889; Lichtheim, Path. Schimmelpilze (B. kl. W. 1882); Lichtheim, Ueber pathogene Mucorineen (Z. f. kl. Med. Bd. VII. 2), Lindt, Ueber einige path. Schimmelpilze (Arch. f. ex. Path. u. Pharm. 1886). Brefeld, Botan. Untersuchungen über Schimmel- und Hefepilze. Heft 1—8.

3. Sterigmen unverzweigt. Dauerfrüchte zarthäutig.
Genus **Eurotium**, De Bary.
   A. Rasen blau- bis gelbgrün. Sporen oval bis rundlich, gelbgrün, Durchmesser 9—15 μ, bald mehr glatt, bald feinhöckerig. Wächst gut bei 10—15, nicht über 25⁰. Nicht pathogen. Sehr verbreitet.
Eurotium Aspergillus glaucus, De Bary.
   B. Aehnlich mit kleineren Sporen (4 - $5^1/_2$ μ), weit kriechendem Mycel, Wachsthum bei 30⁰ kümmerlicher; nicht pathogen. Sehr verbreitet.
Eurotium repens, De Bary.

III. Mycel verzweigt, unseptirt, kräftiger als bei den Aspergillusarten; Sporenträger verzweigt oder unverzweigt. Die Sporen werden in einer rundlichen Endblase (Sporangium) des Fruchtträgers gebildet, in die sich der Boden kuppenförmig einstülpt (Columella, Fig. 38 *A*). Nach Abreissen der äusseren Blasenmembran bietet die mit Conidien bedeckte Columella bei flüchtiger Betrachtung Bilder dar, die an die Aspergillen erinnern, doch fehlen natürlich Sterigmen (Fig. 38 A_1).

Bei manchen Arten ist Kopulation zweier Myceläste (Zygosporenbildung) beobachtet. — Bei Sauerstoffmangel bildet Mucor racemosus in zuckerhaltigen Flüssigkeiten hefeartige Sprossformen, die Gährwirkung besitzen. **Mucor.**

1. Sporangienträger unverzweigt, höchstens ausnahmsweise verzweigt, einzeln vom Mycel abgehend.
   A. Fruchtträger sehr lang. Sporangien gelbbraun bis schwarz, glatt oder mit Calciumoxalatstacheln besetzt. Sporen oval, bräunlich, 8 μ lang, 4 breit. Ueberall verbreitet. **Mucor mucedo L.**
   B. Mycel bogig über die Nährböden weit hin kriechend, an den Berührungsstellen mit dem Nährboden ein Wurzelhaar entsendend. Sporangium schwarz, Sporen bräunlich, fast kugelig 10—20 μ. **Mucor stolonifer.**
   C. Aehnlich, aber in allen Theilen kleiner, die Conidienträger stets zu mehreren; wo sie aufsteigen, wurzelt das Mycelium. Columella eiförmig. Sporangien dunkel. Sporen farblos 5—6 μ. Pathogen.
Mucor rhizopodiformis, Lichtheim.
   D. Ziemlich ähnlich M. septatus Bezold, doch Sporen kleiner. Schwach oval 2,5—4 μ. Im Gehörgang gefunden. **Mucor septatus**, Bezold.
   E. Mycel zart niedrig, Luftmycel fehlt fast. Sporangienträger einfach verzweigt. Sporangien schwach stachelig, Sporen sehr klein 3—3,5 μ, rund, farblos. Optimum 45⁰, nicht unter 25⁰. Färbt sich nicht mit den üblichen Lösungen. Pathogen. **Mucor pusillus**, Lindt.
2. Sporangienträger mehrfach bis doldig verzweigt.
   A. Mycel weissgrau, Sporangien farblos, birnförmig, scharf abgesetzt auf dem hingestreckten Sporangienträger aufsitzend. Sporen farblos, länglich, 3 μ lang, 2 μ breit. **Mucor corymbifer**, Lichtheim.
   Sehr ähnlich dem vorigen, aber Sporangien etwas dunkler, Sporen grösser 3—4 μ breit, 5—6 μ lang. **Mucor ramosus**, Lindt.

2. Pathogene Fadenpilze ohne Schimmelcharakter.

§ 91. Hier schliesst sich eine Gruppe von erst in neuester Zeit näher studirten, botanisch in ihrem Zusammenhange noch wenig bekannten Fadenpilzen an, ohne besondere Sporenträger, deren wenig prägnantes Verhalten auf den verschiedenen Nährböden entweder eine ausführlichste Schilderung mit Abbildungen erheischt, oder zwingt, sich auf kurze Andeutungen zu beschränken. Pathogene Fadenpilze ohne Schimmelcharakter.

I. **Achorion Schönleini. Favuspilz.** Nach Grawitz: Deutlich gegliederte Hyphen setzen sich zu einem reichlich verzweigten Mycel zusammen, dessen Aeste oft rechtwinkelig abgehen und eigenthümlich gewunden sind. Nur im Brutschranke gedeihend und auch hier langsam. Auf Serum werden elliptische Conidien ohne besondere Conidienträger abgeschnürt. Die einzelnen Untersucher weichen übrigens

in den Angaben über Bildung von Sporen, Sporangien etc. ziemlich ab. — Auf G. langsames Wachsthum unter allmählicher Verflüssigung, erst weisslich flockig, dann als dicke, trockene, weisse Decke; die Unterseite des Rasens ist gelb gefärbt. — Wächst auch auf Agar und Kartoffel.

Verschieden von diesem von Quinke als Ursache des Favus vulgaris bezeichneten Pilze ist Quinke's α Pilz, der den Favus herpeticus bedingen soll.

Favus und Herpes tonsurans sind von Grawitz aus den Reinkulturen auf den Menschen übertragen, andere Autoren hatten theilweise nur negative Erfolge.

II. **Trichophyton tonsurans Eichstädt. Pilz des Herpes tonsurans.** Nach Grawitz: Ziemlich ähnlich dem obigen, die Fäden sind aber mehr gradlinig, die Conidien werden semmelartig aufgereiht erzeugt (Fig. 39 *B*). Verlangt Bruttemperatur, alkalische Reaktion, verflüssigt G., gedeiht auf Agar und Serum, nicht auf Kartoffel. Wächst noch langsamer als Achorion.

III. **Soorpilz** = Oidium albicans. Nach Plaut = **Monilia candida** Bonorden sehr verbreitet in Ställen, Mist, Milch, an feuchtem Holz u. s. f.

Auf zuckerhaltigen, wasserarmen und von der Luft abgeschnittenen Kulturen wächst der Pilz hefeartig, und erregt Gährung, auf wasser- und stickstoffreichen Nährböden bildet er gegliederte, kürzere und längere Fäden, die an vielen Stellen rundlich bis ovale Conidien abschnüren (5—6 μ lang, 4 μ breit). (Fig. 39 *A*.)

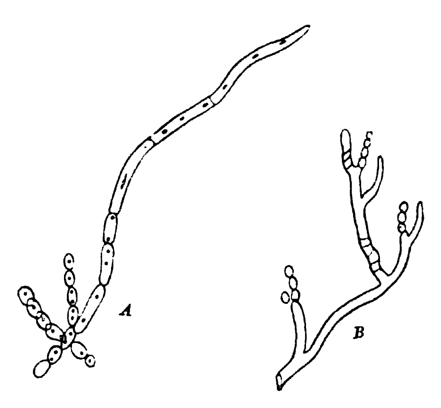


Fig. 39.
A Monilia candida, *B* Trichophyton tonsurans (schematisch).

Auf Gel.-Platten entwickeln sich theils runde, grob granulirte an Hefekolonien erinnernde Kulturen, theils solche mit radiären, verzweigten Fortsätzen. G.-Stichkulturen zeigen weissliche Fäden allseitig vom Stichkanal in seiner ganzen Länge, an der Oberfläche der G. hefeartiges Wachsthum. G. nicht verflüssigt. Für Tauben und Hühner bei Impfung in den Kropf pathogen, d. h. charakteristische Soormembranen entwickelnd.

IV. **Oidium lactis** ist ein ähnlicher, sehr häufiger Bewohner namentlich saurer Milch. Er selbst soll auf die Milch ohne Einfluss sein. Pathogene Eigenschaften scheinen zu fehlen. Sein Verhältniss zum Soorpilz ist mir nicht vollkommen klar geworden.

V. **Mycoderma vini** und **Mycoderma cerevisiae** bilden mattgraue, oft gefaltete Kahmhäute auf Wein und Bier, stehen dem Soorpilz, dem Achorion und Trichophyton nahe. Es macht bei den abweichenden Beschreibungen der Autoren den Eindruck, als ob unvollkommen entwickelte Jugendformen verschiedener höherer Pilze unter diesen Namen beschrieben seien. (Vergl. Plaut u. Grawitz.)

Zur näheren Orientirung.

Favus und Herpes tonsurans. Grawitz, Virchow's Archiv B. 103. Quinke, Arch. f. exp. Path. XX. und Monatshefte für prakt. Dermatol. 1887 Nr. 22 und 1889 Nr. 2.

Munnich, Arch. f. Hyg. VIII. Verjuski, Ann. de l'Inst. Past. 1887. Eisenberg, Arch. f. Dermat. u. Syph. 1889.

Soor. Grawitz loco citato. — Hugo Plaut, Beiträge zur systemat. Stellung des Soorpilzes. Leipzig 1886 und Neue Beiträge etc. Leipzig 1887.

3. Hefepilze, Saccharomyceten.

Hefepilze, Saccharomyceten.

§ 92. Die näher bekannten Sprosspilze sind in ihren Wachsthumsformen so ähnlich, dass ohne Kulturen genau nach den Vorschriften der modernen For-

schung eine Erkennung der einzelnen nahe verwandten Arten unmöglich ist. Die Artdiagnose beruht namentlich auf folgenden Punkten, die sorgfältig zu ermitteln sind (Hansen).

1. Temperaturgrenzen, innerhalb deren auf sterilisirten feuchten Gipsblöckchen Askosporenbildung eintritt.
2. Zellformen, die sich in den auf Bierwürze bildenden Häuten vorfinden; am besten lässt man die Häute bei 13—15° entstehen.

Die folgende Uebersicht über die 6 von Jörgensen (Mikroorganismen der Gährungsindustrie, 1886, Berlin) beschriebenen ächten Saccharomycesarten Hansen's bezweckt nur, eine Orientirung über den Grad der Verschiedenheit und die biologische Bedeutung der Arten zu geben. Erspriessliches Arbeiten auf diesem Gebiete setzt ganz specielle Ausbildung in einem Institut für Gährungsindustrie voraus.

Saccharomyces	Temperaturgrenzen für die Sporenbildung	Zellformen in der bei 13—15° entstandenen Kahmhaut	Eigenschaft
Cerevisiae I	11—37°	Meist rundliche und rundovale Formen.	Typische obergährige Bierhefe, arbeitet stürmisch bei 14—18°. Hiervon nur als Varietät verschieden ist die bei niederen Temperaturen, 4—10°, wirkende untergähr. Bierhefe.
Pastorianus I	3—30½°	Häufig gestreckte wurstförmige Zellen, myceliumartig.	Erzeugt bittern Geschmack in Bierwürze.
Pastorianus II	3—28°	Ueberwiegend oval und rundlich.	Macht keine Krankheiten des Bieres.
Pastorianus III.	8½—28°	Wie Pastorianus I.	Macht Hefetrübung.
Ellipsoideus I	7½—31½°	Reich verästeltes Mycel. Zellen dünner und dicker, Aeste oft quirlständig.	Hefe der Weinbeeren und der Weingährung.
Ellipsoideus II	8—34°	Oval bis rundlich.	Macht Hefetrübung.

Aehnlich differente Species fand Marx bei Untersuchung der Hefen auf Trauben und Rosinen (C. f. B. V. 313). Ueber Milchzucker vergährende Hefearten (ohne Sporen!) ist in neuester Zeit auch allerlei bekannt geworden, die ganze Litteratur hierüber bei Beyerinck (C. f. B. VI.).

Neben den eigentlichen Saccharomycesarten spielen einige Organismen mit verwandten Wuchsformen aber ohne Sporenbildnng von sehr zweifelhafter botanischer Stellung namentlich in den Brauereigewerben eine wichtige Rolle (vergl. Mycoderma S. 100).

Saccharomyces apiculatus. Elliptisch rautenförmige Zellen mit Knöpfchen an den Enden (Citronenform), daneben alle möglichen Gestalten, stets ohne Sporen. Vermag kein Invertin auszuscheiden, keine Maltose zu vergähren, wohl aber Dextrose.

VII. Zweiter Anhang zur bakteriologischen Methodik.

Einige Anhaltspunkte bei der Untersuchung auf parasitische Protozoen.

Parasitische Protozoen.

§ 93. Neben den beschriebenen pflanzlichen Parasiten und den beim Kapitel Fleisch zu beschreibenden grösseren thierischen Schmarotzern, haben wir im Laufe der Jahre eine Reihe zoologisch noch wenig genau bestimmter, kleiner thierischer Krankheitserreger kennen gelernt aus der Gruppe der niedrigsten Protozoen. L. Pfeiffer hat in einer Reihe sorgfältiger Arbeiten durch Litteraturzusammenstellung, Kritik und eigene Forschung die Bedeutung dieser Organismen klar zu stellen versucht (Z. f. H. III. IV. V.). Im folgenden bin ich seinen Auseinandersetzungen meist gefolgt. Leider sind die Untersuchungsmethoden noch äusserst unvollkommen, die Formen der fraglichen Gebilde vielfach von Leukocythen, Zellkernen und scholligem, nekrotischem Gewebe kaum zu unterscheiden; specifische Färbungen nicht bekannt. Auf die namenreiche Systematik der Protozoen soll hier nicht eingegangen werden, die Beobachtung der lebenden sich amöboid oder mit Geisseln bewegenden Organismen auf dem geheizten Objekttische, Fixirung derselben mit Dämpfen von Osmiumsäure zur Konservirung sind bisher die Haupthilfsmittel der Untersuchung. Mit Färbung ist bisher wenig zu machen, Osmiumsäure soll gute Dienste leisten (Neisser, Molluscum contagiosum, Viertelj. für Dermat. u. Syphilis, 1888. IV). Die Zugehörigkeit der wichtigsten Formen zu bestimmten Gruppen steht kaum fest.

Bisher ist vorwiegend für einige Thierkrankheiten die Bedeutung dieser Organismen dargethan.

Pébrine.

1. Bei der Pébrinekrankheit der Seidenraupe werden matt glänzende, hartschalige Sporen (Cornallia'sche Körperchen) von den Räupchen verzehrt; aus ihnen schlüpfen im Darm amöbenartige, bewegliche Wesen, die dann, theilweise durch Eindringen in Blutkörperchen verschleppt, zu trägeren, grösseren, doppeltkonturirten Massen werden (pektoplasmatisches Stadium), in denen sich wieder die erst weichen, später hartschaligen Cornallia'schen Körperchen in Menge bilden und durch Zerfall frei werden. Die Organismen sind als Mikrosporidien bezeichnet.

Mieser'sche Schläuche.

2. In Schläuchen zwischen den Muskelfasern verschiedener Thiere (Miescher'sche Schläuche) und in derbwandigen Säcken, die frei am Oesophagus namentlich der Schafe und Ziegen hängen, finden sich ähnliche Organismen. In den grossen Säcken finden sich Schläuche zweiter und dritter Ordnung ineinander gelagert. Die jüngsten seltenen Stadien stellen pektoplasmatische, grosse, doppeltkonturirte Organismen dar, statt deren sich viel häufiger ihre Abkömmlinge, halbmondförmige, eigenthümlich bewegliche Organismen finden. Aus den als typischer Inhalt der Schläuche betrachteten Halbmonden gehen dann kernhaltige, gregarinenartige Formen hervor, die auf Säurezusatz 2 Fäden an einem Körperende aussenden.

Uebertragung dieser Gebilde auf andere warmblütige Thiere durch Fütterung oder Einimpfung war bisher vergeblich, sie scheinen durch das Verzehren von in Schnecken lebenden Entwickelungsformen in die Thiere zu gelangen. — Beim Menschen sind erst vereinzelte Fälle beobachtet, die vielleicht auf solcher Infektion beruhen könnten, sie verlaufen tödtlich unter dem Bilde einer parenchymatösen Polymyositis, ähnlich wie eine Trichineninfektion (vgl. Unverricht, Münch. med. Woch. 1887. N. 26). Wie in solchen Fällen die Parasiten in den Menschen gelangen, ist unklar, nur Rabe (Adam's Wochenschrift XXIII. S. 167) will nach Genuss von psorospermienhaltigem Schweinefleisch eine Fleischvergiftung mit heftigem Magendarmkatarrh beobachtet haben, doch hat hier wohl eine komplizirende Ursache (Sepsis etc.) vorgelegen. Bisher besteht Virchow's Standpunkt von 1866 (Virchow's Archiv Bd. 37) noch zu Recht: „Es ist bis dahin kein Fall bekannt geworden, wo der Genuss von Schweinefleisch mit zahlreichen Psorospermienschläuchen für den Menschen nachtheilige Folgen gehabt hätte.“ Man nennt diese Organismen vorläufig Sarcosporidien.

3. Unter Coccidien versteht man sehr ähnlich gebaute Parasiten, die im Inneren der Zellen schmarotzen, und die bisher bei Kaninchen (Coccidium oviforme Leuckart) (das entwickelte Thier ist 35 μ lang, 15 μ breit), ausserdem ganz ähnlich bei Kalb, Hund, Ziege und Vögeln gefunden sind. Der ganze Entwickelungsgang gleicht sehr dem des Organismus der Pébrinekrankheit; er spielt sich namentlich in Leber- und Darmepithelzellen ab. Ueber Coccidien in der menschlichen Leber vergl. Podwyssozki (C. f. B. VI). Coccidien.

4. Abermals durch ähnliche Organismen wird das ansteckende Epitheliom der Hühner und Tauben und durch gleiche oder ähnliche Parasiten das Molluscum contagiosum des Menschen bedingt (Neisser). Epitheliom.

5. Höher differenzirt sind die Formen, die die Flagellatendiphtherie der Vögel (Hühner und Tauben) bedingen. Die von Rivolta 1869 gemachten interessanten Angaben hierüber sind von L. Pfeiffer erweitert und präcisirt, auch die Einheitlichkeit der diphtheritischen Prozesse bei Vögeln wird hervorgehoben; die Löffler'schen Bacillen der Taubendiphtherie (vgl. S. 80) fand Pfeiffer zwar auch, hält sie aber für eine septische Komplikation. Auf dem Höhepunkt ihrer Entwickelung besitzen die Organismen eine ovale bis halbmondförmige, jedenfalls aber sehr variable Form mit 4 Geisseln am Kopf-, einer gespaltenen am Schwanzende und einer undulirenden Randmembran. Ausserdem finden sich Vacuolen, davon eine kontraktile. Bei Einwirkung von Reagentien werden die Geisseln eingezogen oder abgestossen; es entstehen Formen, die von weissen Blutkörperchen nicht zu unterscheiden sind. Aus dem Flagellatenzustand gehen die Organismen durch Verlust der Wimpern in einen Amöbenzustand von grösster Kontraktilität über, doch kann auch ein vollkommener Ruhezustand vorkommen. Schliesslich scheint Encystirung und Sporenbildung nach Art des Pébrineorganismus zu erfolgen. — Die Affektionen, die durch 4 und 5 bei den Vögeln bedingt werden, sind durch Uebergänge verbunden. Flagellatendiphtherie.

Plasmodium Malariae.

§ 94. Ebenfalls nahe mit den beschriebenen Formen verwandt sind die Erreger der Malaria **Plasmodium malariae** Marchiafava und Celli, **Haematophyllum malariae** Metschn., deren Bedeutung immer mehr anerkannt wird.

In den rothen Blutkörperchen finden sich mit Methylenblau färbbare Einschlüsse: 1. kleinere und grössere amöboid bewegliche Gebilde, 2. grössere nur am Rande färbbare Massen, 3. zierlich rosettig gelappte und schliesslich in Theilstücke (Sporen) zerfallende Formen. Alle Formen kommen pigmentirt und unpigmentirt vor. Als Seltenheit sind auch Flagellaten vereinzelt gefunden.

Fig. 40.
Plasmodium Malariae.

Durch Ueberimpfen von Malariablut kann man bei Gesunden diese Formen auftreten machen unter allen Symptomen der Malariaerkrankung. Die Theilungsfiguren finden sich namentlich vor dem neuen Anfalle. Litteratur namentlich Laveran, Compt. rend. 1882; Marchiavafava und Celli, Fortschritte der Medizin III und Archiv. ital. de Biologie Bd. V u. IX; Councilman, Fortschritte d. Mediz. 1888; Golgi, Fortschritte d. Mediz. 1889; Metschnikoff (C. f. B. II); Chenzinsky (C. f. B. III); Sacharoff (C. f. B. V).

Mögliche weitere Bedeutung der Protozoen als Krankheitserreger.

Es scheint, dass sich in den nächsten Jahren, namentlich wenn vollkommenere Untersuchungsmethoden gefunden werden, in vielen Fällen Protozoen als Ursache bisher räthselhafter Infektionskrankheiten ergeben werden. Pfeiffer's Untersuchungen haben dies für die Gruppe: Variola, Vaccine, Ovine, Varicellen sehr wahrscheinlich gemacht, auch für Aphthen und Herpes Zoster, Rinderpest und einige andere Affektionen liegen positive Angaben vor. Ja bei einer Reihe von malignen Tumoren verschiedener Art hat Pfeiffer Protozoen gefunden, auch die von Klebs bei Struma gefundenen Organismen könnten hierher gehören. Endlich hat Kartulis und Uplavici die Ursache der Dysenterie in Amöben gefunden; vergl. hierfür auch Massiutin (C. f. B. VI). Doch wird noch viel Arbeit zur Sicherstellung dieser Dinge gehören.

Litteratur zur bakteriologischen Methodik.

1. Werke über Methodik allein:

Hüppe, F., Methoden der Bakterienforschung. 4. Auflage. Wiesbaden. 1889. Vollständigstes, kritisches Werk mit umfassenden Litteraturangaben. Unentbehrlich zum Nachschlagen.

Löffler, Vorlesungen über die geschichtliche Entwickelung der Lehre von den Bakterien. Theil I. 1887. — Eingehende kritische Darstellung mit vollständigen Litteraturnachweisen.

Stöhr, C., Lehrbuch der Histologie mit Einschluss der mikroskopischen Technik. 3. Aufl. Jena. 1889. Enthält nichts über Spaltpilze, aber eine Menge praktischer und genauer Angaben über histologische Technik, speziell auch über Mikrotomtechnik.

2. Werke, welche die gebräuchliche Methodik und daneben Systematik enthalten:

Flügge, C., Die Mikroorganismen. 2. Auflage. Leipzig. 1886. Unentbehrliches Werk, leider fehlen die Entdeckungen der letzten Jahre. Giebt sehr umfassende Litteraturverzeichnisse bis 1885. Viele Abbildungen.

Fränkel, C., Grundriss der Bakterienkunde. 2. Aufl. Berlin. 1887. In der Form knapper und frischer Vorträge alles Wesentliche enthaltend, namentlich zum Selbstunterricht geeignet.

Baumgarten, P., Lehrbuch der pathologischen Mykologie. 1889. Viele Abbildungen. Ausführliche kritische Darstellung.

3. Rein systematische Werke:

Eisenberg, James, Bakteriologische Diagnostik. 2. Aufl. Hamburg. 1888. Ziemlich eingehende tabellarische Beschreibung von 138 Mikroorganismen mit Litteraturcitaten.

De Bary, Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. Leipzig. 1887.

Fränkel, C. und R. Pfeiffer. Mikrophotographischer Atlas der Bakterienkunde. Berlin. 1889. Erscheint in Lieferungen ausserordentlich vollständig und vielseitig.

Periodische Litteratur.

Uhlworm, Centralblatt für Bakteriologie. Jena. Seit 1887. Unentbehrliches, rasch und vollständig alles mittheilendes Referirblatt mit kurzen Originalartikeln.

Baumgarten, Jahresbericht über Bakteriologie. Braunschweig. Seit 1886. Ebenso vorzüglich und unentbehrlich für den Forscher. Ergänzt Flügge.

Im Uebrigen finden sich bakteriologische Arbeiten weit zerstreut, für Deutschland sind die wichtigsten Publikationsstellen:

Mittheilungen des kaiserlichen Gesundheitsamtes I u. II. 1881 u. 1884. Wird nicht fortgesetzt. Enthält eine Reihe der allerwichtigsten Arbeiten Koch's und seiner Schüler. Prachtvolle Abbildungen.

Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamt. Seit 1886.

Zeitschrift für Hygiene. Leipzig seit 1886.

Archiv für Hygiene. München seit 1883.

Virchow's Archiv. Berlin.

Archiv für experimentelle Pathologie. Leipzig.

Fortschritte der Medizin. Berlin.

Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen.

Von fremden Zeitschriften ist am wichtigsten: Annales de l'Institut Pasteur. Seit 1887.

III. Abschnitt.

Einige Winke über hygienisch-toxikologische Untersuchungen.

Allgemeine Definition von Gift.

§ 95. Kobert giebt, an Husemann anlehnend, folgende bei der Schwierigkeit der Aufgabe befriedigende, allgemeine Definition des Begriffes Gift. „Gifte sind solche theils unorganische, theils organische, künstlich darstellbare oder in der Natur vorgebildete, nicht organisirte Stoffe, welche durch ihre chemische Natur unter gewissen Bedingungen irgend welches Organ lebender Wesen so beeinträchtigen, dass die Gesundheit oder das relative Wohlbefinden dieser Organismen dadurch vorübergehend oder dauernd schwer beeinträchtigt wird.“

Definition vom hygienischen Standpunkt.

Vom hygienischen Standpunkte ist eine Substanz dann ein Gift, wenn sie auf dem Wege und in den Mengen, wie sie das praktische Leben mit sich bringt oder bringen kann, bei kürzerer oder längerer Verwendung subjektive oder objektive Störungen des menschlichen (wie thierischen) Wohlbefindens hervorruft. Mechanisch verletzende Körper (Stecknadeln, Gräten etc.) werden nicht unter die Gifte gerechnet, Organismen ebensowenig.

Schwierigkeit, die Giftigkeit minimaler Dosen zu erforschen.

Ueber die Giftigkeit der meisten die Hygiene interessirenden Stoffe liegt nur ungenügendes Beweismaterial vor. Sind wir auch über die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit grösserer Dosen so vieler, namentlich unorganischer Substanzen vollkommen im Klaren, so ist es doch sehr schwer, zu sagen, ob z. B. minimale Mengen Zinn, Zink oder Nickel, wenn sie lange Zeit täglich genossen werden, schädlich seien, ob durch den fortwährenden Genuss kleiner Salicylsäuremengen, durch das Einathmen von Kloakengasen u. s. f. die Gesundheit gefährdet werde, oder doch in Einzelfällen gefährdet werden könne.

Versuche am Menschen.

Der Entscheid solcher Fragen ist ebenso wichtig als schwierig. Die Versuche müssten eigentlich alle am Menschen angestellt sein, stets die Form der Aufnahme gewählt werden, wie sie in der Natur statt hat; die Versuchspersonen müssten bei den sehr langwierigen Versuchen vor allen sonstigen Gesundheitsstörungen geschützt sein, durchaus regelmässig leben etc. Dass diese Bedingungen schwer zu erfüllen sind, liegt auf der Hand. Ist weder der Untersucher selbst, noch sonst eine genau kontrollirbare freiwillige Versuchsperson

zu den chronischen Versuchen bereit, so können folgende Ersatzwege betreten werden.

Kürzere Versuche am Menschen.

1. Kürzere Versuche am Menschen mit etwas grösseren Dosen. Dies geht nur, wenn eine schwerere Schädigung nicht zu erwarten ist. Also wohl z. B. mit Salicylsäure, Borsäure, Fuselöl, Nickel, aber nicht mit Bleichromat, Kornraden etc.

Thierversuche. Fütterung.

2. Fütterungsversuche an verschiedenen Thieren, womöglich: Weissen Ratten, Kaninchen, Hunden (event. Katzen, die billiger sind und weniger Raum erfordern) und einer Vogelart event. an Tauben und Hühnern. Solche chronische Fütterungsversuche verlangen grösste Gewissenhaftigkeit, Reinlichkeit und Sorgfalt und vor allem ein geeignetes, heizbares Zimmer, da nur an tadellos gehaltenen Thieren Studien Erfolg haben. Womöglich soll die Schlundsonde vermieden, die Substanz dem freiwillig gefressenen Futter beigemischt sein, dessen Verzehren aber auch kontrollirt werden muss. Jedes Thier braucht seinen eigenen, peinlich sauber gehaltenen Käfig mit Untersatz (§ 77). Schmeckt die zu verfütternde Substanz schlecht, so kann man sie Pflanzenfressern durch Umhüllung mit Salatblättern, Einbringen in gelbe Rüben u. dergl. annehmbar machen, Fleischfresser manchmal durch Zugabe von Fleischextrakt zum Fressen bewegen. In jedem Falle können neue Kunstgriffe nöthig sein.

Injektion.

Zur Ergänzung, aber nie als Ersatz der Fütterungsversuche können subcutane Injektionen angewendet werden, bei letzteren ist namentlich stets die Gefahr einer Infektion im Auge zu behalten. Wenn z. B. Jemand die Gesundheitsschädlichkeit eines Wassers durch subcutane Injektion desselben darthut, so ist dies entschieden eine wenig glückliche Beweisführung, wenn ja auch diese Thatsache im Zusammenhalte mit anderen vielleicht ganz interessant ist.

Falsche Versuchsanordnungen.

Noch unrichtiger ist es, Injektionen in Blutgefässe zu anderen Zwecken als zur weiteren physiologisch-toxikologischen Aufklärung der Wirkungsweise der zu untersuchenden Substanz zu machen. Auch hier droht unbeabsichtigte oder gar ganz accidentelle Infektion, lösende Wirkung auf die Blutkörperchen, Erzeugung von Gerinnseln im Blute, die zu Embolien in lebenswichtigen Organen führen, direkte Wirkung aufs Herz u. s. f.

Injektionsversuche zur Orientirung.

Die Injektionen werden ganz wie bei der bakteriologischen Technik beschrieben gemacht — einen Fall giebt es übrigens, wo sie dem Erfahrenen vorzügliche Dienste leisten können: Zur ersten Orientirung über die Giftigkeit einer nur in kleinen Mengen gewonnenen Substanz, da fast alle Gifte viel rascher und in kleinerer Dosis subcutan oder gar intravenös als vom Magen aus wirken. Aber erst wenn eine etwa konstatirte Giftwirkung sich auch bei Einführung in den Magen zeigt, erhält dieselbe ein praktisch-hygienisches Interesse.

Von vielen Körpern, z. B. Unkrautsamen, Spaltpilzstoffwechselprodukten. werden wir uns vorläufig begnügen müssen, die praktische Frage zu entscheiden, ob sie gesundheitsschädlich seien, ohne die speziell giftigen Substanzen darin

jedesmal genau isoliren zu können. Auch die nähere toxikologisch-physiologische Zergliederung des Vergiftungsbildes mit allen modernen Mitteln liegt ausser dem Rahmen dieses Buches.

Gasförmige Gifte.

Zur Untersuchung der Gesundheitsschädlichkeit von Gasen ist vor allem nöthig, dass die Vergiftung nicht durch Sauerstoffmangel und CO_2-Anhäufung im Versuchsraume komplizirt, und der Gasgehalt der Luft bekannt sei. Orientirungsversuche über die Wirkung grosser Dosen mag man in grossen Glaskästen von bekanntem Inhalte machen, in die man ein gemessenes Gasvolum eintreibt; zu exakten Versuchen bedarf man einer Glaskammer, die von einem Luftstrome mit konstantem und kontrollirbarem Gehalte an dem fraglichen Gase durchströmt wird, Aufgaben, die nicht immer leicht zu lösen sind. Interessenten verweise ich auf meine Arbeiten über Ammoniak- und Salzsäuregas (Arch. f. Hyg. Bd. V) und über Chlor und Brom (Arch. f. Hyg. Bd. VII), wo geeignete Apparate beschrieben sind. An sich selbst kann man Gasvergiftungen studiren, indem man die betreffenden Gase in einem kleinen Zimmerchen entwickelt und die Luft mittelst eines Fächers sehr gut mischt. Ueber die Bestimmung des Gehaltes siehe „Luft“.

Beobachtung kranker Thiere.

Ist ein Thier erkrankt, so ist eventuell Harn und Koth auf die vergiftende Substanz zu prüfen, und das Thier besonders sorgfältig zu beobachten, die verzehrte Futtermenge zu kontrolliren u. s. f. Frisst das Thier zu wenig, so dass das oft zu bestimmende Körpergewicht abnimmt, so ist zu versuchen, ob nicht Abwechselung im Futter etc. die Fresslust steigert. Auf welche Symptome speziell geachtet werden muss, ist nicht im Allgemeinen und in einigen Sätzen zu sagen; sehr wichtig ist es, die Thiere auch täglich ausserhalb des Käfigs zu beobachten. Es ist rathsam, sich nicht zu viel auf Versuche an Kaninchen allein zu verlassen, da diese Thiere gegen viele Gifte wenig empfänglich sind und durch ihre nieder entwickelte Intelligenz die Beobachtung feinerer cerebraler und nervöser Störungen sehr erschweren. Ich empfehle sehr, Katzen zu verwenden, die mit Fleisch und Milch leicht zu ernähren sind. Sofort nach dem Tode hat eine streng nach den Regeln der pathologischen Anatomie ausgeführte Sektion resp. makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Leiche ev. auch eine chemische Untersuchung der Organe zu erfolgen.

Litteratur:

1. Gscheidlen, Physiologische Methodik. I.—IV. Lief. Braunschweig. 1876.
2. Cyon, E. v. Handbuch der physiologischen Technik und der Vivisektionen mit Atlas. Giessen u. Petersburg. 1876. Eine ausführliche Anleitung zu allen physiologischen Untersuchungen.
3. Kobert, R. Compendium der Toxikologie. Stuttgart 1887. Giebt sehr übersichtlich den Gang der physiologisch-toxikologischen Zergliederung eines Vergiftungsbildes resp. der einzelnen Vergiftungssymptome. Keine Litteratur.
4. Dragendorff. Die gerichtlich-chemische Ermittelung von Giften. III. Aufl. Göttingen. 1888. Ausführlich, auch seltene Gifte berücksichtigend. Litteratur.
5. Lewin, Lehrbuch der Toxikologie. Wien 1885. Kurz, inhaltreich. Citirt die wichtigste, namentlich neuere Litteratur.
6. Husemann und Hilger, Die Pflanzenstoffe. Berlin.

II. Abtheilung.

Spezielle Untersuchungen.

I. Abschnitt.

Die Luft.

A. Untersuchung der Luft.

§ 96. Die Hygiene hat sich namentlich mit folgenden Eigenschaften der Luft im Freien und in Wohnräumen zu beschäftigen: Uebersicht über die Untersuchung der Luft.

I. Physikalische Verhältnisse.
   1. Temperatur.
   2. Druck.
   3. Bewegung der Luft.

II. Chemische Zusammensetzung.
   1. Gehalt an Wasserdampf (hier schliesst sich die Untersuchung der Niederschlagsverhältnisse an).
   2. Gehalt an Kohlensäure und anderen gasförmigen Verunreinigungen.

III. Gehalt an korpuskulären Elementen.
   1. Unbelebter Staub.
   2. Mikroorganismen.

I. Physikalische Untersuchung der Luft.

1. Untersuchung der Temperatur.

A. Die Thermometer.

§ 97. Zur Bestimmung der Temperatur dienen vorwiegend Flüssigkeitsthermometer, d. h. kleine Glasgefässe mit Quecksilber oder Alkohol gefüllt, an die sich ein feines, luftleeres, oben geschlossenes Rohr ansetzt. Bringt man das Quecksilbergefäss eines Thermometers in erhöhte Temperatur, so tritt von dem sich stark ausdehnenden Inhalte des Quecksilbergefässes ein Theil in die Röhre, woselbst dasselbe des feinen Querschnittes wegen gleich eine bedeutende Strecke Flüssigkeitsthermometer.

erfüllt. Da der Zuwachs des Quecksilbervolums der Temperatur proportional ist, so tritt für jeden gleichen Temperaturzuwachs auch ein gleiches Steigen der Quecksilbersäule auf.

Alle Körper dehnen sich zwar nach der Formel aus:

$$V_t = V_0 \ (1 + \alpha t)$$

V_t das Volum bei t^0

V_0 das Volum bei 0^0, α der Ausdehnungskoefficient.

Der Ausdehnungskoefficient der einzelnen Substanzen ist aber äusserst verschieden. Für Quecksilber ist $\alpha = 0{,}00018$, für Glas der lineare 0,000008, der hier in Frage kommende kubische also = 0,000024. Es kann also die Ausdehnung des Glases gegenüber der des Quecksilbers vernachlässigt werden. Einige weitere Zahlen siehe in Tab. II.

Normalthermometer.

Ein gutes Normalthermometer soll im Allgemeinen folgende Anforderungen erfüllen (Ausnahmen für spezielle Fälle siehe später).

1. Es muss der Null- und Siedepunkt auf der Skala angegeben sein, und dieselben sollen dem wirklichen Null- und Siedepunkte entsprechen.
2. Das Thermometer soll empfindlich, d. h. das Quecksilbergefäss soll klein und dünnwandig sein, damit sich das Quecksilber rasch erwärmt.
3. Die Strecke zwischen 0 und Siedepunkt soll gross sein, um noch kleine Bruchtheile ($^1/_{10}$) eines Grades ablesen zu können. Bei einem kleinen Quecksilbergefäss ist dazu ein enges Kapillarrohr nöthig. Ueberhaupt soll die Masse des Quecksilbers im Rohre gegenüber der im Gefässe verschwinden.
4. Das Rohr soll überall gleich weit sein, so dass die Grade gleich lang werden.

Fig. 41. Thermometerskalen.

Thermometerskala.

Die Strecke vom Eis- zum Siedepunkt theilt man für wissenschaftliche Zwecke nach Celsius stets in 100^0, für den Hausgebrauch (Zimmer, Bad) noch vielfach nach Réaumur in 80^0. Eine Verwandlung der Grade in einander geschieht nach der einfachen Formel

$$t_R = \frac{t_C \cdot 4}{5} \text{ und } t_C = \frac{t_R \cdot 5}{4}$$

wobei t_R und t_C die abgelesene resp. gesuchte Temperatur nach Réaumur oder Celsius bedeutet.

Beispiel. 17° R. wieviel Celsius? $\frac{17 \cdot 5}{4} = 21{,}25$

-15° C. wieviel Réaumur? $-\frac{15 \cdot 4}{5} = -12^\circ$

Nach Fahrenheit rechnet man heute nur in England und Amerika, leider aber noch so oft, dass eine Kenntniss dieser Skala auch nöthig ist.

Die Strecke vom Eis- zum Siedepunkt theilt Fahrenheit in 180°, also 9° Fahrenheit = 5° Celsius = 4° Réaumur, aber er fängt nicht beim Eispunkt an zu zählen, sondern 32 seiner Grade tiefer, d. h. bei der tiefsten damals beobachteten Lufttemperatur (was $\frac{32 \cdot 5}{9} = -17{,}8^\circ$ Celsius entspräche), es steht also bei ihm beim Eispunkt + 32.

— Eine Umrechnung von Fahrenheit in Celsius und Réaumur vollzieht sich demnach so:

$$\frac{(t_F - 32) . 5}{9} = t_C \quad \frac{(t_F - 32) . 4}{9} = t$$

Beispiel. 100° Fahrenheit wie viel Celsius? $\frac{(100 - 32) . 5}{9} = 37{,}8$ Celsius.

Die umgekehrte Verwandlung geht nach der Formel: $\frac{t_C . 9}{5} + 32 = t_F$ respektive $\frac{t_R . 9}{4} + 32 = t_F$, kommt aber wohl bei uns nicht leicht vor.

Prüfung der Kardinalpunkte eines Thermometers. Nullpunkt.

§ 98. Um sich von der Richtigkeit der Lage des 0 und Siedepunktes bei einem Thermometer zu überzeugen, verfährt man so:

1. Nullpunkt. Da der Nullpunkt als Temperatur des schmelzenden Eises definirt ist, so bringt man das Thermometer tief in haselnuss- bis erbsengrosse Eisstücke, die man in ein in einem grossen Glastrichter stehendes Papierfilter einfüllt. Die Kugel ist auf diese Weise von Wasser umspült, das eine Strecke weit durch Eis geflossen ist. Gewinnt man das Eis bei sehr kaltem Wetter (wobei es sich bis weit unter 0° abkühlen kann), so bewahrt man es vor dem Versuche erst eine Zeit lang im Zimmer auf. Von Zeit zu Zeit sieht man, ohne das Thermometer wesentlich herauszuziehen, nach dem Stande; nach längstens einer Viertelstunde ist das Minimum erreicht und wird notirt. Wir wollen annehmen, wir hätten gefunden, der wahre Nullpunkt liege bei + 0,2 unserer Thermometerskala.

Der Nullpunkt verschiebt sich bei neuen Thermometern allmählich nach oben durch eine sehr langsam eintretende Kontraktion der Kugel durch den Luftdruck.

Nach jedem längeren Aufenthalte in sehr hoher Temperatur bleibt die Glaskugel, deren Volum ja auch, wenn auch sehr schwach, durch die Wärme beeinflusst wird, eine Zeit lang etwas weiter, der Nullpunkt liegt also vorübergehend etwas zu tief („deprimirter Nullpunkt“).

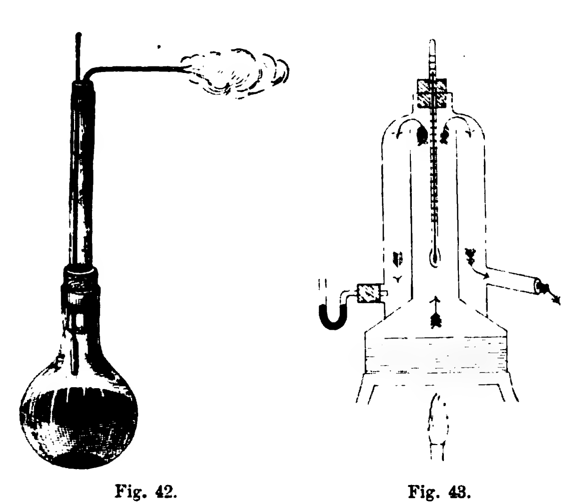


Fig. 42. Fig. 43.
Siedepunktsbestimmung.

Siedepunkt.

2. Siedepunkt. Man bringt das Thermometer in einen reichlichen, eng eingeschlossenen Dampfstrom, da die Temperatur des Wasserdampfes nur von dem Barometerstande abhängig ist, während die Temperatur des kochenden Wassers ausser von diesem von Form, Oberfläche und Material des Gefässes abhängt. Zwei Anordnungen haben sich eingebürgert. Der eine Apparat (Fig. 42) besteht aus Glas und Kautschuckstöpseln, er kann jeden Augenblick improvisirt werden; der zweite ist solid aus Messingblech gearbeitet, seiner Un-

durchsichtigkeit wegen weniger klar bei der Betrachtung des Apparates selbst als bei der der schematischen Zeichnung (Fig. 43). In beiden Apparaten taucht das Thermometer fast in ganzer Länge in den Dampf, nur die Strecke von 90° ab ungefähr ragt zur Beobachtung heraus. Der Weg des Dampfes ist durch Pfeile angegeben; im Blechapparate wird die das Thermometer umgebende Dampfsäule aussen nochmals von einer Dampfschicht umspült und so vor Abkühlung geschützt. Nachdem das Wasser kocht, dauert es 10—15 Minuten, bis der Maximalstand erreicht ist. Der Messingapparat liefert viel genauere Resultate.

Jetzt beobachtet man das Barometer und schlägt in Tabelle I nach, bei welcher Temperatur das Wasser bei dem beobachteten Drucke siedet oder man rechnet nach der Formel $t = 100 - 0{,}0375\,(760 - b)$, wobei b der abgelesene auf 0° reduzirte Barometerstand ist, den theoretischen Siedepunkt aus.

Stand z. B. unser Thermometer nach 15 Minuten auf 98,7° bei einem (auf 0° reduzirten, vergl. S. 120) Barometerstande von 750 mm und ergiebt die Tabelle, dass bei 750 mm das Wasser bei 99,6° siedet, so folgt, dass an Stelle von 98,7 99,6 stehen müsste, woraus folgt, dass auch an Stelle von 100° 100,9° gehört, d. h. das Thermometer zeigt in der Nähe des Siedepunktes um 0,9° zu nieder.

Vergleichung mit Normalthermometer.

§ 99. Da die Prüfung der gleichmässigen Weite des Kapillarrohres durch einen Ungeübten das Thermometer gefährdet, aber neben der Kontrolle des Siede- und Eispunktes auch eine solche wenigstens einiger zwischenliegender Skalenpunkte stattfinden muss, so vergleicht man das Thermometer mit einem (event. geliehenen) Normalthermometer, dessen Kapillarrohr sorgfältig kalibrirt ist und für das eine Korrektionstabelle vorliegt. Für Thermometer ohne 0-Punkt (Fieberthermometer etc.) ist dies überhaupt die einzig mögliche Kontrolle.

Man klemmt zu diesem Zwecke das Normalthermometer und das zu prüfende in 2 Stative und lässt ihre Kugeln nahe nebeneinander tief in einen Holzeimer voll Wasser tauchen, oder man klemmt vor dem Eintauchen beide Thermometer durch einen Gummiring, den man von einem weiten Schlauche abschneidet, aneinander. Nach einigen (spätestens 10) Minuten ist Konstanz des Thermometerstandes eingetreten; man notirt den Stand beider Instrumente und giebt hierauf etwas warmes Wasser zu, das man dadurch gut mit der übrigen Wassermenge mischt, dass man mit einem weiten Glasrohre Luft durchbläst; das Zugiessen von warmem Wasser wiederholt man mehrmals.

Beispiel. Es seien für ein zu kontrollirendes Thermometer folgende Werthe gefunden:

Normalthermometer (resp. korrigirte Angabe des Normalthermometers)	Zu prüfendes Thermometer	Differenz
0	+ 0,2	+ 0,2
10,3	10,4	+ 0,1
15,6	15,6	+ 0,0
20,7	20,5	— 0,2
34,0	33,6	— 0,4

Man rechnet aus diesen Beobachtungen für das zu prüfende Thermometer eine Korrektionstabelle auf die Weise aus, dass man annimmt, dass die an einem geprüften Punkte beobachtete Differenz

in gleicher Grösse bestehe von der Mitte des vorhergehenden bis zur Mitte des folgenden Temperaturintervalls.

Die Mitte des ersten Temperaturintervalls 0,2—10,4 ist 5,3, die des zweiten 13,0, des dritten 18,1, des vierten 27,1. Demnach lautet die Tabelle:

Statt der abgelesenen Temperatur t muss es heissen:

Im Intervall	0,2 — 5,3	t + 0,2
	5,4 — 13,0	t + 0,1
	13,1 — 18,1	t + 0,0
	18,2 — 27,1	t — 0,2
	27,2 — 33,6	t — 0,4

Wenn keine anderen Beobachtungen vorliegen (eine solche müsste in diesem Falle ganz entschieden zwischen 20,5 und 33,6 eingeschaltet werden!), so gilt die erste Korrektion auch für die Werthe unter 0 und die letzte wenigstens eine Strecke weit über 33,6.

§ 100. Für sehr niedere Temperaturen (unter — 30°) sind Alkoholthermometer anzuwenden, da bei — 39,4° das Quecksilber erstarrt und sich schon längere Zeit vorher nicht mehr regelmässig kontrahirt; Alkohol wird erst bei — 166° dickflüssig; für mittlere und höhere Temperaturen ist aber die Anwendung von Alkoholthermometern ungenau, da der Alkohol sich mit steigender Temperatur immer stärker ausdehnt und schon bei 68,3° siedet. Leicht destillirt auch etwas Alkohol in die Spitze (namentlich eines liegenden) Thermometers, wenn das Tröpfchen nicht durch längeres Vertikalstellen zurückfliesst, muss das Instrument frisch geaicht werden. Quecksilber verdampft bei 360°; von 300° ab ist ein Quecksilberthermometer ungenau. Sollen, was zu hygienischen Zwecken selten nöthig ist, höhere Temperaturen beobachtet werden, so haben Luftthermometer (die Ausdehnung eines durch Quecksilber abgesperrten Luftvolums wird gemessen) oder Pyrometer einzutreten. Eine beliebte Art der Pyrometer (Prinsep) besteht aus einer Sammlung von Platinlegierungen verschiedenen Schmelzpunktes. Jede Probe liegt in einem feuerfesten Tiegel, ihr Schmelzen giebt die betreffende Temperatur an. Alkoholthermometer. Metallthermometer.

Metallthermometer bestehen aus einem Streifen Messing und Stahlblech, die aufeinander gewalzt und so zur Spirale aufgerollt sind, dass auf der inneren Seite der Windungen Messing, aussen Stahl ist. Das Centrum der Spirale ist fixirt, das andere Ende überträgt seine Bewegung auf einen Zeiger, der auf einer mit Hilfe eines Quecksilber- oder Luftthermometers graduirten Skala spielt. Da sich Messing in der Wärme viel stärker ausdehnt als Stahl, so rollt sich die Spirale bei höheren Temperaturen etwas auf und zieht sich bei tieferen zusammen. Ist die Spirale recht windungsreich und von geringer Masse (dünne Metallstreifen), so resultiren ausserordentlich empfindliche, rasch ausschlagende Thermometer. Auch zur Messung der Körpertemperatur sind in neuerer Zeit Metallthermometer in Form einer kleinen Taschenuhr empfohlen (Immisch), die sich bewähren sollen.

Häufig interessirt es uns, die höchste und niedrigste Temperatur während einer gewissen Zeit kennen zu lernen. Hierzu dienen: Maximum- und Minimumthermometer.

§ 101. Rutherford's Maximum- und Minimumthermometer. Zwei Thermometer sind horizontal über einander auf eine Glastafel befestigt, und

zwar schaut die Kugel des einen nach links, die des anderen nach rechts. Das eine ist ein Quecksilberthermometer, dessen Säule ein Stahlstäbchen vor sich schiebt und am Punkte ihres weitesten Vordringens liegen lässt (Maximaltemperatur); das zweite enthält Alkohol und als Index ein an den Enden etwas aufgetriebenes Glasstäbchen, an dem der Alkohol bei Temperaturerhöhung leicht vorbeifliesst, während er es beim Zurückgehen mitnimmt, dasselbe bleibt am tiefsten Stand des Thermometers liegen (Minimumtemperatur). Um das Thermometer zum Gebrauche fertig zu machen, dreht man die Glastafel so, dass die Quecksilberkugel wie bei dem gewöhnlichen Aufhängen eines Thermometers nach unten sieht, während das Alkoholthermometer fast umgekehrt (Kugel nach oben) steht; jetzt stellen sich die Indices durch die Wirkung der Schwerkraft ein. In neuerer Zeit zieht man übrigens vor, die Thermometer je auf eine besondere Glastafel zu befestigen.

Six' Maximum-Minimumthermometer. Thermometrograph.

§ 102. Jetzt verwendet man sehr vielfach das Six'sche Maximum-Minimum-Thermometer (auch Thermometrograph genannt) (Fig. 44). Es ist dies ein Alkoholthermometer mit U-förmig gekrümmtem Steigrohre, in dem der Alkohol einen langen Quecksilberfaden als Index verschiebt; an beiden Enden des Quecksilberfadens sind kleine sich mit federnden Borsten gegen die Glaswand fixirende Glasstäbchen mit Eisenkern angebracht, durch welche die beiden extremen Lagen des Fadens markirt bleiben. Um bei Abkühlung des Alkoholgefässes ein promptes Zurückgehen des Quecksilberfadens zu erreichen und eine sichere Berührung mit dem Weingeiste zu garantiren, ist das Ende des aufgebogenen Steigerohres etwas aufgeblasen und enthält eine kleine Menge Alkohol und Alkoholdampf. Die Tension der Dämpfe wirkt wie eine schwache Feder auf die Regelmässigkeit der Bewegungen des Quecksilbers. Das Thermometer trägt eine doppelte Skala. Steht der Alkoholfaden, also das linke Ende des Quecksilberfadens auf 0°, so muss auch das rechte Ende des letzteren mit 0 bezeichnet sein. Die Marke + 10 muss links in dem abwärts gebogenen Schenkel genau so weit unter dem Punkte 0 stehen, als sie rechts im aufgebogenen darüber steht u. s. f. Während also die beiden Enden des Quecksilberfadens stets gleichzeitig auf gleichen Skalenpunkten stehen, dient das Glasstäbchen links als Minimum-, rechts als Maximumindex. Zu Beginn jeder Beobachtungsreihe bringt man mit Hilfe eines Hufeisenmagnets die Stäbchen an die Enden des Indexfadens.

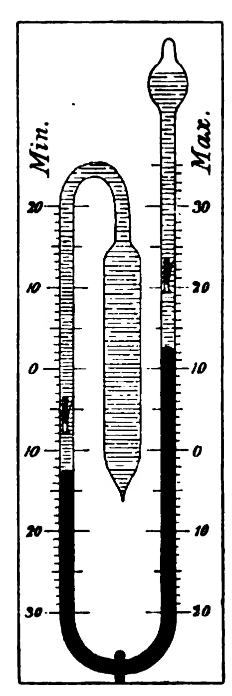


Fig. 44.
Six' Maximum-Minimum-Thermometer.

Abreissthermometer.

An Quecksilber-Thermometern zum Messen der Körpertemperatur ist häufig nach Ehrle ein Luftbläschen in den Quecksilberfaden eingeschlossen. Das vordere abgetrennte Stück Quecksilberfaden steigt erst, wenn diese Luft stark, d. h. bis zur Unsichtbarkeit komprimirt ist. Beim Sinken des Quecksilbers in kühlerer Temperatur vergrössert sich

diese Luftblase. der darüber liegende Theil des Fadens bleibt als Index der erreichten Maximaltemperatur liegen, während seine untere Hälfte sich zurückzieht. Vor jedem Gebrauche muss man dadurch, dass man das Thermometer am Kopfe fasst und kurze Schläge damit in die Luft ausführt, den abgelösten Quecksilberfaden in eine solche Lage zurückbringen, dass das obere Ende des Indexfadenstückes jedenfalls tiefer als die zu erwartende Maximaltemperatur liegt. Um zu verhindern, dass das Luftbläschen in die Quecksilberkugel gelangt, ist das Steigerohr in seinem oberhalb der Kugel liegenden Theile mannigfach umgebogen.

Die bayerischen meteorologischen Stationen benutzen sehr schwach ansteigend aufgehängte Quecksilbermaximumthermometer, bei denen eine Glasspitze an einer wenig aufgeblasenen Stelle des Rohres ins Quecksilber hineinragt. Bei der Ausdehnung des Quecksilbers wird diese ventilartige Spitze stets leicht überwunden. Beim Abkühlen wird durch sie ein Abreissen des Quecksilberfadens erzeugt, so dass das vorderste Stück des Fadens als Index dient und durch Aufrichten event. Klopfen und Schütteln zurückgebracht werden muss.

Normalglas.

In neuester Zeit hat Zeiss in Jena ein „Normalglas“ hergestellt, durch einen violetten eingeschmolzenen Glasfaden kenntlich, das keine merkliche Nachwirkung bei längerer Einwirkung von Kälte und Wärme zeigt, also unveränderliche Thermometerkugeln herzustellen gestattet. Seine daraus gefertigten Blutthermometer gestatten durch den einfachen Kunstgriff den unteren Theil des Steigerohres etwas weiter zu machen, eine Kontrolle des Nullpunktes.

Metallthermometer zur Bestimmung des Maximum und Minimum.

Auch Metallthermometer lassen sich als Maximum- und Minimumthermometer gut verwenden. Man lehnt an den sich durch die Bewegung der Metallspirale verschiebenden Zeiger links und rechts 2 leichte Metallbügel, die sich um eine centrale Achse mit mässiger Reibung drehen. Bringt man zu Beginn des Versuches mit der Hand die beiden Indices links und rechts zur Berührung mit dem Zeiger, so können wir aus der Stellung der beiden nach einem längeren Zeitintervall die höchste und niedrigste Temperatur in dieser Zeit ablesen, indem der eine Index die äusserste Rechtslage, der andere die äusserste Linkslage des Zeigers angiebt.

B. Beobachtung der Thermometer.

Im Freien.

§ 103. Gewöhnlich handelt es sich um Bestimmung der Temperatur der Luft bei Ausschluss der Einwirkung der strahlenden Wärme der Sonne auf das Thermometer[1]). Wir haben deshalb stets im Schatten unser Thermometer aufzustellen, am besten vereinigt man zu regelmässigen Beobachtungen ein gewöhnliches Thermometer, ein Maximum- und Minimumthermometer mit einem Psychrometer und Haarhygrometer in einem Häuschen von Blech, das man nach Norden, eventuell noch durch besondere Schutzwände gegen die Sonne geschützt, aber frei dem Luftzuge zugängig, vor einem Fenster aufstellt. (Vergl. Instruktion für die bayerischen meteorol. Stationen, wo sich gute Abbildungen hierüber finden.) Das Häuschen schützt die Instrumente vor den Niederschlägen; ein einfacher Mechanismus gestattet, das Häuschen, das 3 m vom Boden und 0,5 m vom Fenster entfernt angebracht sein muss, zum Zwecke der Beobachtung für kurze

1) Auf ganz freihängende Quecksilberthermometer, die nur aus Glas hergestellt sind, ist allerdings die Sonnenstrahlung fast ohne Einfluss wegen der guten Reflexion des Quecksilbers; so wie aber das Thermometer an einem Wärme absorbirenden Materiale befestigt ist, steigt es sofort unter der Wirkung der strahlenden Wärme.

Zeit dem geschlossenen Fenster zu nähern und nachher an seine Stelle zurückzubringen. Für Ablesungen bei Nacht und schlechtem Wetter ist diese Einrichtung fast unentbehrlich.

Temperaturablesungen.

Temperaturablesungen finden zu meteorologischen Zwecken meist 3 Mal statt: Morgens 8 Uhr, Mittags 2 Uhr, Abends 8 Uhr. Abends 8 Uhr wird auch das Minimum der letzten Nacht und das Maximum des verflossenen Tages abgelesen. Es reicht also ein Tag von Mitternacht zu Mitternacht, doch wird Minimum- und Maximumthermometer schon um 8 Uhr Abends, also 4^h vor Beginn des Tages eingestellt. Das Tagesmittel erhält man nach der bisher allgemein üblichen Methode durch Addition der Temperaturen 8^h Morgens, 2^h Mittags 8^h Abends und Minimum (was etwa 2^h Nachts entspricht) und Division dieser Summe durch 4. Bei Zahlen mit negativem Vorzeichen muss natürlich subtrahirt statt addirt werden [1]).

Beispiele.

I (ältere Methode)		II (ältere Methode)	III (neue Methode)
Morgens 8^h	12,0	— 6,0	8^h — 4^0
Mittags 2^h	20,2	+ 3,5	2^h + 8^0
Abends 8^h	14,4	+ 0,1	10^h + 1^0
Minimum	8,4	— 8,0	10^h + 1^0
	55,0 : 4	3,6 — 14,0 = — 10,4 : 4	10 — 4 = + 6 : 4
Also Mitteltemp.	13,7	Also Mitteltemp. — 2,6	Mitteltemp. + 1,5.

Temperaturbeobachtung im Zimmer.

Um in geschlossenen Räumen richtig die Lufttemperatur zu beobachten, ist die Strahlung von Oefen, Lampen etc. durch vorgesetzte Schirme u. dergl. auszuschliessen, sodann an mehreren Punkten in der Höhe und am Boden, am Fenster und beim Ofen die Temperatur zu messen und das Mittel zu nehmen, d. h. die Summe durch die Zahl der summirten Beobachtungen zu dividiren [2]).

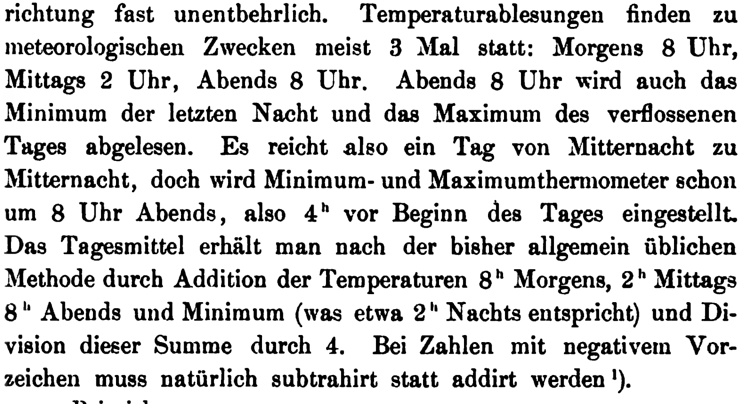


Fig. 45. Vakuum-Thermometer.

Messung der Wärmestrahlung. Pyrrheliometer.

§ 104. Die Hygiene hat bisher die Bestimmung der strahlenden Wärme sehr wenig kultivirt. Mit Pouillet's Pyrrheliometer bestimmt man die in einer gewissen Zeit von der Sonne auf eine bestimmte Fläche gestrahlte Wärme dadurch, dass man eine aussen geschwärzte, mit Wasser gefüllte Silberdose an einem Heliostaten befestigt, der sie stets normal auf die Richtung der Sonnenstrahlen erhält, und hierauf die Temperaturzunahme des Wassers bestimmt. Es lässt sich so leicht die Zahl der eingestrahlten Kalorien ermitteln. Theurer Apparat.

1) In neuester Zeit wird empfohlen zu beobachten resp. zu addiren: 8^h Morgens 2^h Mittags; 10^h Nachts und nochmals 10^h Nachts; die Summe wird wieder durch 4 dividirt. (v. Bezold und Erk.)

2) Selbstregistrirende Thermometer sind in den mannigfachsten Konstruktionen, z. Th. unter Benutzung der Photographie ausgeführt, aber ihres hohen Preises wegen nicht so zugänglich, dass sich hier eine eingehende Beschreibung lohnte. Ziemlich einfach lässt sich z. B. die Bewegung des Zeigers eines Metallthermometers geeigneter Konstruktion auf eine rotirende Trommel aufschreiben u. s. f.

Für hygienische Zwecke benützt man meist ein Quecksilbermaximum-Thermometer, dessen Kugel mit Russ überzogen oder aus schwarzem Glase gefertigt und das in einen luftleeren weiteren Glasmantel eingeschmolzen ist. Der Russüberzug macht die Kugel zu energischer Absorption der Wärmestrahlung fähig, das Vakuum schliesst möglichst einen Wärmeverlust oder eine Wärmeaufnahme durch Leitung aus (Fig. 45). Schwarzkugel-vakuumthermometer.

Das Thermometer steigt so lange, bis die Kugel desselben in der Zeiteinheit ebenso viel Wärme an die Glasumhüllung abstrahlt, als es von aussen empfängt. Je grösser die Intensität der strahlenden Wärme ist, um so viel höher steht das Vakuumthermometer als ein gewöhnliches — diese Differenz ist also ein gewisses Maass für die Wärmestrahlung.

Um die Kugel des Vakuumthermometers der Sonnenstrahlung möglichst günstig darzubieten, ist eine horizontale Aufstellung nöthig.

2. Untersuchung des Luftdruckes.

A. Barometer.

§ 105. Bekanntlich fand Toricelli, dass, wenn man eine am einen Ende geschlossene Röhre von beliebiger Länge (ca. 1 m) mit Quecksilber füllt, mit dem Finger verschliesst, sie in eine Quecksilberwanne bringt und nun den Finger wegzieht, stets eine Quecksilbersäule von ca. 760 mm in der Röhre stehen bleibt, während sich über derselben ein Vakuum bildet. Es ist dies das primitivste Barometer: Der Quecksilbersäule wird durch den Druck einer Luftsäule von der Höhe der Atmosphäre das Gleichgewicht gehalten; steigt dieser Druck, so wird mehr Quecksilber in der Röhre gehoben, das Barometer steigt und umgekehrt. Fundamentalversuch.

Wollten wir einen Maasstab neben der Quecksilbersäule aufstellen, um ihre Länge zu messen, so würden wir ziemlich genaue Resultate erhalten, denn das Niveau des Quecksilbers in der Wanne ändert sich bei seinem grossen Querschnitte kaum, wenn sich auch der Stand im Rohre ändert; der Nullpunkt ist also fast absolut konstant. Da aber ein solcher Apparat wenig handlich ist, benüzt man an Stelle der Wanne vielfach ein kleines (natürlich offenes) Gefäss (Gefässbarometer). Diese Instrumente sind recht ungenau, wenn sie ohne weitere Korrektion verwendet werden, wie dies bei den gewöhnlichen Zimmerbarometern (Fig. 46 *A*) der Fall ist. Hier ändert jede Veränderung des Barometerstandes im Rohre auch den Nullpunkt der Skala; sinkt z. B. der Barometerstand im Rohre, so steigt das Niveau in dem Gefässe, wodurch (allerdings zum kleinen Theile) das Sinken im Rohre etwas kompensirt wird. Gefässbarometer.

§ 106. Zu wissenschaftlichen Zwecken dienen zwei Formen der Gefässbarometer:

1. Fortin's Gefässbarometer (Fig. 46 *B*). Das Gefäss, in das das Barometerrohr taucht, hat einen Boden aus Leder; durch Bewegen der Schraube *c* lässt sich das Niveau des Quecksilbers so weit heben und senken, Fortin's Gefässbarometer.

dass es stets gerade die Elfenbeinspitze *d* berührt, das Niveau wird also konstant erhalten. Eine Skala, deren Nullpunkt der Elfenbeinspitze entspricht, ist auf das Rohr eingeätzt. Bei *p* ist das Rohr quecksilberdicht, aber nicht luftdicht in das Gefäss eingesetzt. Zum gefahrlosen Transport selbst auf weiten Reisen wird der Lederbeutel so weit in die Höhe geschraubt, dass das Gefäss und das Rohr vollkommen mit Quecksilber gefüllt sind. Eine solide Messinghülse umschliesst das Ganze.

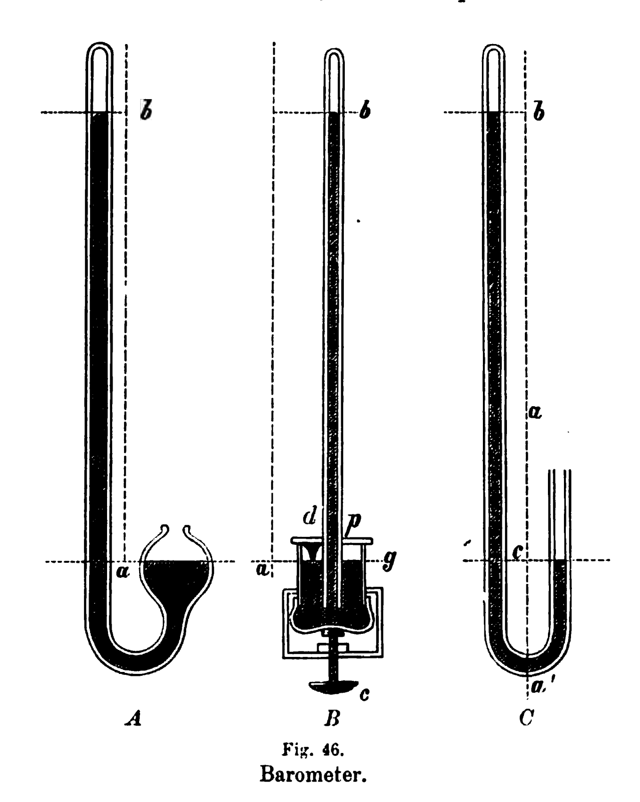


Fig. 46.
Barometer.

Kappeler's Stationsbarometer.

2. **Kappeller's Stationsbarometer** hat ein festes Gefäss mit variablem Niveau, wie die Zimmergefässbarometer. Da aber das Verhältniss des Querschnittes des Rohres und des Gefässes bekannt, und das Quecksilbervolum konstant ist, so ergiebt eine einfache Korrektionsrechnung den wahren Barometerstand.

Ist B der mittlere der Höhenlage des Ortes entsprechende Barometerstand,
b der abgelesene Barometerstand, b_c der gesuchte wirkliche Barometerstand,
d der Durchmesser der Röhre,
D der Durchmesser des Gefässes

$b_c = b - \frac{d^2}{D^2 - d^2}(B - b)$; $\frac{d^2}{D^2 - d^2}$ ist eine Konstante $= \alpha$ für jedes Instrument, so dass die Formel nun lautet: $b_c = b - \alpha\,(B - b)$. Die Grösse α ist auf dem Barometer angegeben, oder es ist gleich die Theilung der Skala unter Berücksichtigung des Faktors α ausgeführt, d. h. die Theilstriche etwas weniger als 1 mm entfernt.

Kapillardepression.

Einen Fehler haben alle Gefässbarometer noch — abgesehen von den etwaigen Niveaudifferenzen im Gefässe —, bei der Benützung von Quecksilber und Glas in engen Röhren findet eine beträchtliche Kapillardepression statt. Bei 4 mm Rohrweite beträgt sie noch 1,6 mm Quecksilberhöhe, bei 20 mm ist sie allerdings nur noch 0,025 mm. Um die Kapillardepression auszuschliessen, muss man entweder ein sehr weites Steigerohr anbringen, oder dasselbe wenigstens in seinem obersten Theile erweitern, was jetzt sogar bei besseren Zimmerthermometern stets geschieht.

§ 107. Vollständig jeden Einfluss des Gefässes und der Kapillardepression beseitigen die Heberbarometer (Fig. 46 *C*). Hier hält der Quecksilbersäule im langen Schenkel das Gleichgewicht der Luftdruck plus der Säule im kurzen Schenkel, also wird der Luftdruck durch die Differenz der Längen beider Säulen gemessen. Die Depression in beiden Schenkeln ist gleich, hebt sich also auf. Heber-barometer.

Lesen wir im langen Schenkel ab 780, im kurzen 30, so ist der Luftdruck = 750; nebenbei können wir uns merken, dass die Summe der beiden Ablesungen hier also 780 + 30 = 810 für jedes Barometerexemplar konstant ist, dass wir also so stets eine Kontrolle für die Möglichkeit der Richtigkeit unserer Ablesung haben.

Bei den einfacheren Heberbarometern ist eine Skala neben oder besser auf dem Glase angebracht, und es ist nun abzulesen, wie hoch das Quecksilber in beiden Schenkeln über dem Nullpunkte der Skala steht und die Differenz beider Ablesungen zu berechnen. Bei theureren Instrumenten ist entweder die Skala oder die Barometerröhre selbst so verschiebbar, dass vor jeder Ablesung stets die Kuppe im kurzen Schenkel auf dem Nullpunkte der Skala eingestellt werden kann. Jetzt giebt die Ablesung des Standes des Quecksilbers im langen Schenkel ohne jede Rechnung den wirklichen Barometerstand an.

Um zu verhindern, dass die Skala durch Oxydation des Quecksilbers im kurzen Schenkel daselbst trübe und schwärzlich wird, hängt man das Heberbarometer, wenn es nicht in Gebrauch ist, schräg auf, und bringt es nur zur Ablesung vorübergehend in senkrechte Stellung. Zum Transport wird das Barometer so stark geneigt, dass sich das Vakuum ganz mit Quecksilber füllt.

§ 108. Bei der Ablesung eines Barometers wird immer die Lage des höchsten Punktes der Quecksilberkuppe bestimmt; um dies zu erleichtern, bewegt man an besseren Instrumenten eine horizontale Marke (Draht, Blechring) so lange, bis sie gerade die Quecksilberkuppe tangirt und liest dann ab, mit welchem Skalentheilstrich die Marke zusammenfällt. Es empfiehlt sich zur Einstellung, das Barometer vor einer hell beleuchteten Wand aufzuhängen, dasselbe aber nicht selbst zu beleuchten. An dem Aufhängeorte soll eine mittlere, gleichmässige Temperatur herrschen. Beiläufig erwähnt, zeigt eine Barometeroberfläche stets eine Kuppe (durch Kapillarabstossung der Glaswand); eine solche bedeutet keineswegs eine Neigung des Quecksilbers zu steigen. — Dass nur ein exakt senkrecht hängendes Barometer richtig zeigen kann, liegt auf der Hand. Barometer-ablesung.

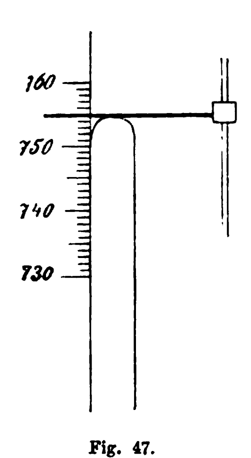


Fig. 47.
Barometerablesung.

Um Ablesungen an einem Barometer mit anderen vergleichbar zu machen, sind noch zwei Beobachtungen resp. Rechnungen anzustellen.

1. Beobachtung der Temperatur. Da sich das Quecksilber bei Temperaturerhöhung stark ausdehnt, so ändert sich sein specifisches Gewicht beträchtlich, und von dem warmen, specifisch leichteren Quecksilber wird eine höhere Säule gehoben. Reduktion auf 0°.

Man reduzirt deshalb alle Beobachtungen auf die Dichtigkeit des Quecksilbers bei 0° — und liest stets t, die Temperatur des Aufhängeortes des Barometers, ab und zwar bevor man das Barometer abliest, um nicht während des Ablesens des Barometers das Thermometer zum Steigen zu bringen.

Wäre die Länge der Barometersäule bei $0^0 = h_o$, so wäre sie bei $t^0 = h_o + h_o \,.\, t \,.\, 0{,}0001815 = h_t$ oder $h_o\,(1 + t \,.\, 0{,}0001815) = h_t$ oder

$$h_o = \frac{h_t}{1 + t \,.\, 0{,}0001815}$$

wobei 0,0001815 der Ausdehnungskoefficient des Quecksilbers. Tabelle IV gestattet die Umrechnung sehr zu vereinfachen.

Beispiel: Bei 10° sind 751 mm Barometerstand beobachtet, wie viel beträgt er bei 0°?

$$h_o = \frac{751}{1 + 0{,}0001815} = 749{,}6$$

Ist die Barometerskala auf Metall eingravirt, so kompensirt sich durch Verlängerung derselben der Fehler durch die Ausdehnung des Quecksilbers zum kleinen Theile — für hygienische Zwecke kann die Skalenverlängerung unberücksichtigt bleiben.

Reduktion auf den Meeresspiegel.

2. Reduktion auf den Meeresspiegel. Je höher wir uns über die Meeresfläche erheben, um so stärker nimmt mit der Höhe der Luftsäule der Barometerstand ab. Handelt es sich deshalb darum, ein Urtheil darüber zu gewinnen, ob an einem von zwei verschieden hoch gelegenen Orten gegenwärtig der Luftdruck relativ grösser ist, als an dem anderen, so pflegen wir die an den beiden Orten beobachteten Drucke auf den Meeresspiegel zu reduziren. Diese Reduktionen sind für die Meteorologie unumgänglich nothwendig, wenn es sich z. B. um Wetterprognosen etc. handelt.

Da in den unteren Luftschichten eine Luftsäule von ca. 11 m Höhe ungefähr einem Drucke von 1 mm Quecksilber das Gleichgewicht hält, so wird im groben der richtige Barometerstand h_n sein:

$$h_n = h + \frac{x}{11}$$

wobei h den abgelesenen Barometerstand, x die Höhenlage des Ortes über dem Meeresspiegel in Metern bedeutet.

Der Faktor, der hier = 11 angenommen wurde, variirt natürlich nach Luftdruck und Temperatur. Tabelle V giebt die genaueren Werthe für verschiedene Druck- und Temperaturverhältnisse an.

In München 528 m über dem Meere ist ein auf 0° reduzirter Barometerstand von 710 bei 20° beobachtet, wie gross wäre derselbe am Meeresspiegel?

$$h_n = 710 + \frac{528}{12{,}16}$$
$$h_n = 710 + 43{,}4$$
$$h_n = 753{,}4.$$

Wann haben diese Reduktionen stattzufinden.

Selbstverständlich hat, während die Reduktion des Barometerstandes auf 0° stets ausgeführt werden muss, die auf den Meeresspiegel nur in speziellen

Fällen stattzufinden, namentlich bei der Verwerthung meteorologischer Beobachtungen aus grösseren Gebieten.

§ 109. Man benützt neben den bei guter Behandlung sehr dauerhaften Quecksilberbarometern in neuerer Zeit auch vielfach sogenannte Aneroidbarometer, die darauf beruhen, dass eine luftleere elastische Metallbüchse um so stärker zusammengedrückt wird, je stärker der Luftdruck ist. Namentlich zwei Modifikationen sind in Gebrauch, die hier andeutungsweise beschrieben werden sollen. Aneroidbarometer.

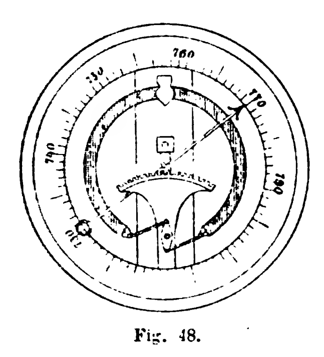


Fig. 48.
Bourdon's Baromètre metallique.

1. Bourdon's Baromètre metallique (Fig. 48). Eine luftleere Metallröhre (in der Figur schraffirt) ist fast zum Kreise zusammengebogen und in der Mitte befestigt. Der Luftdruck auf ihre grössere äussere Peripherie überwiegt gegenüber dem auf die innere kleinere. Steigt derselbe, so nähern sich die Enden der Röhre, und ihre auf einen Hebel übertragene Bewegung vermehrt die Spannung einer Uhrfeder. An derselben sitzt ein Zahnradbogen, der in ein axiales, einen Zeiger tragendes Zahnrad eingreift. Die Skala, auf der der Zeiger spielt, ist mit einem Quecksilberbarometer empirisch graduirt. Billige, handliche, transportable, aber meist nicht sehr solide Apparate. Nach Bourdon.

2. Goldschmidt's Aneroidbarometer (Verbesserung des Naudet'schen) (Fig. 49). Eine feste luftleere Metalldose (*a*) trägt einen dünnen aufgelötheten Deckel, den der Luftdruck konkav eindrückt. Ein aufgelöthetes Stäbchen (*b*) besitzt an einem horizontalen Arme ein mit Marke versehenes Klötzchen (c). Durch die Feder *e* wird ein zweites mit Marke versehenes Klötzchen (*d*) an das erste gedrückt und zwar so, dass bei einem bestimmten Stande des Dosendeckels die beiden Marken aufeinanderfallen, zum Beispiel beim Drucke 760 mm. Steigt der Druck, so wird der Deckel stärker eingedrückt, die Marke *c* senkt sich. Nun wird die mit getheiltem Rande versehene Mikrometerschraube (*g*) so lange abwärts geschraubt, bis die Marken wieder aufeinander stehen, dann abgelesen, um wie viel Theilstriche sich der Schraubenrand an einem festen Index vorbeigedreht hat und darauf in einer Tabelle aufgeschlagen, welchem Zuwachse des atmosphärischen Druckes dies entspricht. Den Einfluss der Temperatur, durch deren Steigen der Dosendeckel immer nachgiebiger wird, gegen Luftdruck, eliminirt man in feiner Weise durch nicht absolutes Auspumpen der Dosen. Die zunehmende Spannung des zurückgebliebenen Luftrestes wirkt der Elasticitätsabnahme der Metallmembran entgegen. — Dauerhafte, theure, bei häufiger Kontrolle durch Quecksilberbarometer sehr brauchbare Instrumente. Nach Goldschmidt.

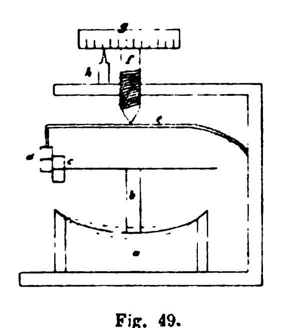


Fig. 49.
Goldschmidt's Aneroid.

Graphische Darstellung von Barometerständen lässt sich unschwer erreichen, hat aber für die Hygiene wenig Bedeutung (vergleiche Günther, Meteorologie. 1889. S. 47 u. f.).

B. Manometer.

Schwacher Druck. Wasser- und Quecksilbermanometer.

§ 110. Soll der Ueberdruck beobachtet werden, den in geschlossenen Gefässen, Röhren etc. eingeschlossene Gase oder Flüssigkeiten auf die Umgebung ausüben, so wenden wir Manometer an. Als Manometer finden meist **U**-förmig gekrümmte, beiderseits offene Röhren Verwendung, die, wenn es sich um die Bestimmung von stärkerem Drucke (etwa $^1/_{10}$ bis höchstens $^1/_2$ Atmosphäre Dampf, Wasser, komprimirte Luft) handelt, mit Quecksilber, für schwachen Druck (bis $^1/_{10}$ Atmosphäre etwa) mit (meist gefärbtem) Wasser, Oel, Petroleum etc. gefüllt werden. Der Druck (positiv oder negativ) wird gemessen durch den Abstand der Kuppen im centralen und peripheren Schenkel und ausgedrückt in mm Quecksilber oder Wasser. 760 mm Quecksilberdruck = 1 Atmosphäre Ueberdruck. Da Quecksilber 13,596 Mal schwerer als Wasser, so verwandelt man Quecksilberdruck durch Multiplikation mit 13,596 in Wasserdruck, umgekehrt ist Wasserdruck, dividirt durch 13,596 = Quecksilberdruck. In Fig. 50 ist abzulesen 99,5 — 58 mm = 41,5 mm Quecksilber = 41,5 . 13,596 = 564,2 mm Wasserdruck = $\frac{41{,}5}{760}$ = 0,0546 Atmosphäre.



Fig. 50. Manometer für schwachen Druck.

Die Beobachtungen an einem Manometer, das mit einer leichteren Flüssigkeit als Wasser (Oel etc.) gefüllt ist, werden durch Multiplikation der abgelesenen Millimeter mit dem specifischen Gewichte des Oeles in Wasserdruck umgerechnet.

Metallmanometer.

Man kann natürlich auch Metallmanometer anwenden (z. B. an Dampfkesseln), indem Krümmungen von Metallmembranen durch verstärkten oder verminderten Druck verstärkt oder geschwächt werden; doch wird man in der Hygiene meist mit den leicht selbst fast kostenlos aus einem Glasrohre zu biegenden Flüssigkeitsmanometern auskommen, die nur noch einer Füllung und Anheftung auf einem mit Millimeterpapier bezogenen Holzbrettchen bedürfen, um gebrauchsfertig zu sein.

Starker Druck. Luftmanometer.

Soll starker Druck, z. B. der des Wassers in manchen Wasserleitungen gemessen werden, so schmilzt man den einen (peripheren) Schenkel eines Quecksilbermanometers zu (Fig. 51) und benützt nun die Kompression der in diesem Schenkel ab-

Fig. 51. Luftmanometer.

gesperrten Luft als Maasstab des Druckes. Bei 1 Atmosphäre Ueberdruck vermindert sich das Luftvolum auf $^1/_2$, bei 2 Atmosphären auf $^1/_3$, bei 6 auf $^1/_7$ u. s. f. Natürlich können nur starkwandige Glasröhren zu solchen Versuchen Verwendung finden. In Fig. 51 beträgt der Druck $1^1/_2$ Atmosphären.

Bestimmung minimaler Druckdifferenzen.

§ 111. Wo man mit dem gewöhnlichen Manometer schon lange keine Ausschläge mehr erhält, giebt Recknagel's Differentialmanometer noch sehr deutliche Auskunft über Druckdifferenzen. Dasselbe beruht auf den Gedanken, erstens die gehobene Flüssigkeitssäule dadurch zu verlängern, dass man sie nicht senkrecht, sondern schräg aufsteigen lässt, und zweitens den centralen Schenkel so weit, den peripheren so eng zu wählen, dass selbst bei den stärksten Ausschlägen im peripheren Schenkel das Niveau des centralen sich nicht merklich ändert. Aus Fig. 52 wird klar, wie stark vergrössert der Ausschlag durch das Schrägstellen des Steigerohres wird; bei 3, 4, 5% Neigung entspricht 1 mm Druckdifferenz ein Ausschlag von $33^1/_3$, 25, 20 mm. Differentialmanometer.

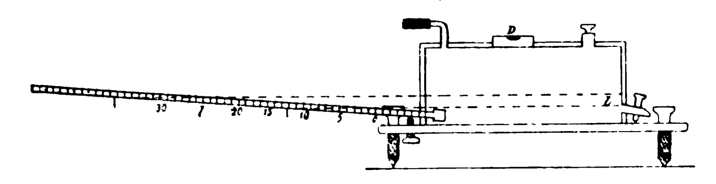


Fig. 52.
Recknagel's Differentialmanometer.

Die Füllung der als centraler Schenkel funktionirenden Messingdose von 10 cm Durchmesser geschieht am besten mit Petroleum; je nachdem man grössere oder geringere Empfindlichkeit wünscht, wird der dünne Schenkel verschieden steil gestellt. Um die in Centimeter und Millimeter getheilte Skala der schiefen Glasröhre für eine bestimmte Neigung derselben zu aichen, füllt man die Dose soweit mit Petroleum, dass es eben im schiefen Rohre sichtbar ist und liest daselbst seinen Stand ab; jetzt wiegt man ein Glaskölbchen voll Petroleum und einen Trichter zusammen ab, giesst soweit zu, bis an dem Rohr ein kräftiger Ausschlag sichtbar ist und wiegt nun Kölbchen, Petroleumrest und Trichter zurück.

Sind p Gramm zugegossen vom Volum v,
ist g der Dosenquerschnitt in Quadratcentimeter,
n in cm der Ausschlag am Rohr des Manometers,
d das specifische Gewicht des Petroleums,

so entspricht dem Ausschlag von n cm ein Zuwachs der Petroleumsäule in der Dose von $h = \frac{v}{g} = \frac{p}{d \cdot q}$ cm.

Um Petroleumdruck in Wasserdruck zu verwandeln, berechnen wir, welche Wassersäule ($h_{,}$) einer Petroleumsäule von h Höhe entspricht (die Höhen sind dem spezifischen Gewichte umgekehrt proportional).

$$h_{,} : h = d : 1$$

$$\text{also } h_{,} = dh \text{ oder } h_{,} = \frac{d \cdot p}{d \cdot q}$$

oder n cm Ausschlag an der Skala entspricht einem Wasserdruck von $\frac{p}{q}$ cm

oder 1 mm Ausschlag $= \frac{p}{q \cdot n}$ mm Wasserdruck.

Da das specifische Gewicht des Petroleums sich bei mittleren Temperaturen pro Grad Erwärmung um 0.0007 vermindert und umgekehrt erhöht, so ist folgende Tem-

peraturkorrektur an den gefundenen Millimetern Wasser anzubringen. Hat man bei 12° mit Petroleum vom specifischen Gewichte 0,8070 geaicht, so hat man im Fall, dass später bis 15° beobachtet, das Resultat mit $\frac{8070-(3.7)}{8070}$ d. h. $\frac{8049}{8070}$ zu multipliziren; beobachtet man aber bei 9° mit $\frac{8070+(3.7)}{8070}$ d. h. $\frac{8091}{8070}$.

Der Apparat leistet ausgezeichnete Dienste, wenn z. B. die Luftverdünnung in einem Kamin, die Saugwirkung von Ventilationskanälen, der Winddruck in Mauern, das Einströmen der Grundluft durch den Kellerboden u. s. w. gemessen oder auch nur veranschaulicht werden sollen. Die Anwendung des Instrumentes ist höchst einfach; es wird durch den Metallarm a fest mittelst eines kurzen, neuen, derbwandigen Schlauches mit einem eisernen, an der Spitze mit seitlichen Löchern versehenen Rohre verbunden, das in die Mauer etc. eingetrieben wird, in welcher Luftdruckuntersuchungen stattfinden sollen. Einfacher natürlich ist die Verbindung mit Kanälen u. dergl.; hier genügt es, eine Glasröhre luftdicht in den Kanal einzuführen und ihr anderes Ende mit dem Manometer zu verbinden. — Bei der Aufstellung des Apparates ist mit Hilfe einer beigegebenen Dosenlibelle für genauestes Horizontalstehen des Differentialmanometers zu sorgen.

3. Luftbewegung.

§ 112. Im Freien interessirt uns aus den verschiedensten Gründen:

1. die Stärke,
2. die Richtung,
3. die Dauer von Luftströmungen.

Bei Zimmern haben wir häufig zu bestimmen, wo die Luft in dasselbe ein- resp. aus demselben austritt, und auch die Luftmengen, um die es sich dabei handelt, zu ermitteln.

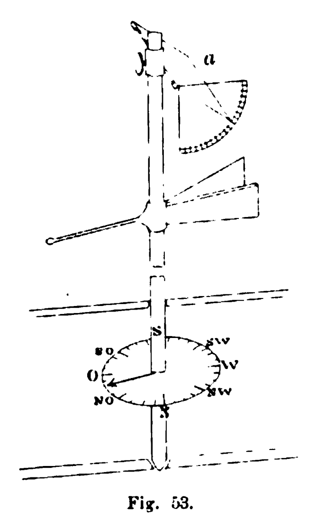


Fig. 53.

Windfahne.

Wind-richtung.

Die Windrichtung variirt sehr oft in den höheren und tieferen Luftschichten; in den höheren dient der Wolkenzug, in den tieferen Windfahnen, gelegentlich auch die Bewegungen des Schornsteinrauches, von Flaggen und Wimpeln zur Orientirung.

Windfahnen zu wissenschaftlichem Gebrauche versieht man gerne mit einer durch den Dachraum verlängerten und sich dort in einem Lager drehenden Achse; ein Zeiger an der Stange gestattet innerhalb des Hauses die Stellung der Fahne ohne jede Belästigung durch Unwetter und Dunkelheit und zwar viel genauer abzulesen, als es durch direkte Beobachtung der Fahne von unten möglich wäre.

Windrose.

Man bezeichnet den Wind nach der Richtung, aus der er kommt (Wasserströmungen bekanntlich umgekehrt nach der Richtung, wohin sie fliessen). In der Windrose (Fig. 54) wird der Quadrant von W nach S z. B. so gelesen: West, Westsüdwest, Südwest, Südsüdwest, Süd. Osten ist nicht durch O, sondern nach internationalem Uebereinkommen mit E

bezeichnet, da Ost französisch est, englisch east lautet, wogegen die deutsch und englisch mit West benannte Himmelsrichtung in den romanischen Sprachen

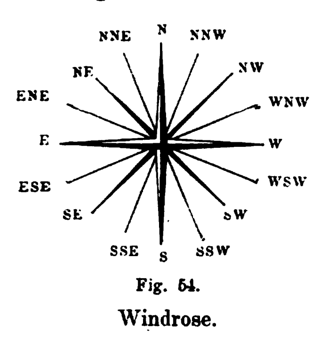


Fig. 54.
Windrose.

durch mit O beginnende Worte bezeichnet wird (französisch ouest, italienisch occidente). Für hygienische Zwecke genügt die Angabe der 8 Hauptrichtungen. Die annähernde Bestimmung der Windstärke im Freien macht man oft ohne Apparate, indem man dieselbe aus der Wirkung des Windes auf Bäume abschätzt. Von der Beaufort'schen 12stufigen, nautischen Skala gebraucht man auf dem Festlande nur 6 Nummern, die ungefähr den beigesetzten Windgeschwindigkeiten entsprechen. Windstärke.

Stärkegrad	in Worten	Wirkung	Geschwindigkeit in Met. p. Sekunde
0	Windstille	Der Rauch steigt gerade oder fast gerade empor, kein Blättchen bewegt sich.	0—0,5
2	schwach	Für das Gefühl bemerkbar, bewegt einen Wimpel oder leichte Blätter.	0,5—4,0
4	mässig	Streckt einen Wimpel, bewegt die Blätter und kleineren Zweige der Bäume.	4—7
6	frisch	Bewegt grössere Zweige der Bäume.	7—11
8	stark	Bewegt ganze Aeste und schwächere Stämme, hemmt das Gehen im Freien.	11—17
10	Sturm	Rüttelt die ganzen Bäume, bricht Aeste und mässige Stämme, entwurzelt kleine Bäume.	17—28
12	Orkan	Deckt Häuser ab, wirft festgemauerte Schornsteine um, bricht u. entwurzelt grosse Bäume.	28—40

Es wäre natürlich wünschenswerth, wenn die Angaben nach der empirischen Skala z. B. NW_4 = „mässiger Nordwestwind" durch solche ersetzt werden könnten, die die wirkliche Windgeschwindigkeit in Metern enthielten.

Exaktere Bestimmungen der Windstärke werden aber bisher meist nur auf meteorologischen Stationen vorgenommen; dabei dient z. B. nach Wild zur Messung: der Ablenkungswinkel einer möglichst quer auf die Windrichtung gestellten, im Ruhezustande senkrecht herabhängenden Blechplatte (Fig. 53 a) u. dergl. Jeder solche Apparat muss empirisch graduirt sein; durch Befestigung an einer Wetterfahne wird erreicht, dass die Blechplatte stets senkrecht auf die Windrichtung steht.

§ 113. Bei der häufig vielfach ändernden Stärke und Richtung der Luftströmungen sind die bisher angeführten Beobachtungen manchmal kaum anzustellen; alle paar Minuten zeigen oft Windfahne und Winddruckmesser abweichende Stellung. Es müssen also zahlreiche ev. graphische Beobachtungen angestellt und häufig Durchschnittswerthe berechnet werden.

Robinson's Anemometer.

Mittelst des Robinson'schen Schalenkreuzanemometers (Fig. 55) ist es aber möglich — ganz unabhängig von den sich beliebig oft ändernden Windrichtungen, die mittlere Windgeschwindigkeit eines beliebigen Zeitraumes zu bestimmen. Der Wind mag von einer Seite kommen, wie er will, stets dreht er das Schalenkreuz im gleichen Sinne mit einer Geschwindigkeit, die nur von seiner Stärke abhängig ist.

Es rührt dies daher, dass die Höhlungen der Schalen stets dem Wind einen viel besseren Angriff darbieten, als die konvexen Seiten; bei jeder Richtung trifft aber der Wind eine Höhlung und eine Rückseite zweier an einem Arm sitzenden Schalen gleich stark, stets dreht er also in dem Sinne, dass die konvexen Theile voraus gehen. Durch komplizirte, oft im Detail nicht leicht übersichtliche Zählwerke, lässt sich die Zahl der Umdrehungen des Schalenkreuzes in einer gewissen Zeit bestimmen und aus der stündlichen Umdrehungszahl durch eine jedem Instrumente beigegebene Formel leicht die mittlere Windgeschwindigkeit in Metern per Sekunde daraus berechnen.

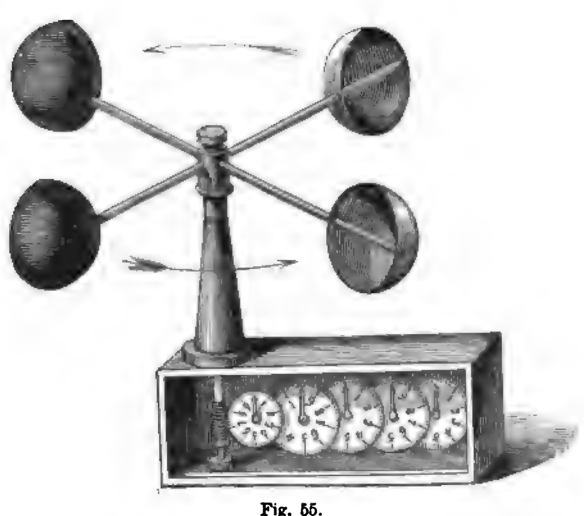


Fig. 55.
Schalenkreuzanemometer.

Natürlich müssen solche Apparate für den Luftzug zugänglich, vor Verrosten, Verstauben etc. durch geeignete Konstruktion geschützt und äusserst solid jedem Sturme trotzend aufgestellt werden. Sind diese Bedingungen erfüllt, so liefern die Angaben eine werthvolle Ergänzung zu den üblichen Windbeobachtungen. Registrirvorrichtungen fehlen an guten Apparaten selten.

Untersuchung schwacher Luftströmungen.

§ 114. Um in Zimmern Beobachtungen über Luftströmungen anzustellen und um sehr schwache Luftströme überhaupt zu untersuchen, sind empfindlichere Instrumente nöthig. Eine gute Orientirung giebt die Bewegung von Cigarrenrauch, den man sanft aus dem Munde bläst (der Rauch einer brennenden Cigarre steigt stets seiner hohen Temperatur wegen aufwärts, wenn ihn nicht verhältnissmässig sehr kräftige Luftströme ablenken). Nichtraucher können sich des Dampfes von Benzoëlunten[1]) bedienen.

[1]) Benzoëlunten macht man leicht selbst durch Eintauchen von weichen Baumwollunten in Benzoëtinktur und Trocknen derselben. Solche Lunten glimmen angezündet gleichförmig weiter, indem sie einen dicken, wohlriechenden Dampf entwickeln. Gelöscht werden sie durch Ausdrücken.

Die Geschwindigkeit eines Luftstromes von konstanter Richtung wird mittelst des Combes'schen Anemometers bestimmt. Der kleine Apparat besteht aus einem leichten, vertikalen, 4speichigen Rädchen mit schräg stehenden Glimmerschaufeln (Fig. 56 *a*), auf deren Achse eine Schraube ohne Ende (*b*) eingeschnitten ist. In diese greift ein Zahnrad (*c*), das bei jeder Umdrehung des Schaufelrädchens um einen Zahn an einem feststehenden Zeiger (*f*) vorüberrückt. So oft das mit 100 Zähnen versehene erste Rad sich einmal vollständig umgedreht hat, treibt es mit Hilfe des Zahnes *d* das zweite Zahnrad *e* um einen Zahn weiter an dem Zeiger *g* vorbei — ein solcher Theilstrich zeigt also hundert Umdrehungen des Flügelrädchens an. Man schaltet vor jedem Versuche durch einen an verschiedenen Apparaten verschiedenen Zugmechanismus (z. B. durch Entfernung der Schraube ohne Ende vom Zahnrade) das Zählwerk aus, liest ab, die Hunderter und Tausender am Rade *e*, die Einer und Zehner am Rade *c*; in unserer Figur würde 4986 abzulesen sein. Man hält nun das Anemometer vertikal und senkrecht auf die Richtung des zu untersuchenden Luftstromes und zwar so, dass derselbe die freie, nicht die theilweise vom Zählwerk verdeckte Seite des Rades trifft. Mit einer Sekundenuhr wartet man den Beginn einer Minute ab, schaltet in diesem Momente rasch das Zählwerk ein, schaltet es nach Ablauf einer Minute aus, liest das Zählwerk wieder ab und subtrahirt die beiden abgelesenen Zahlen vor und nach dem Versuche. Sehr angenehm ist es, wenn man einen Gehilfen bei der Arbeit hat, der den Beginn und Schluss der Minute mittheilt. Hat man die Umdrehungszahl pro Minute = n auf diese Weise gefunden, so berechnet man v die Windgeschwindigkeit in Metern nach folgender Formel:

Dynamisch. Anemometer (Combes).

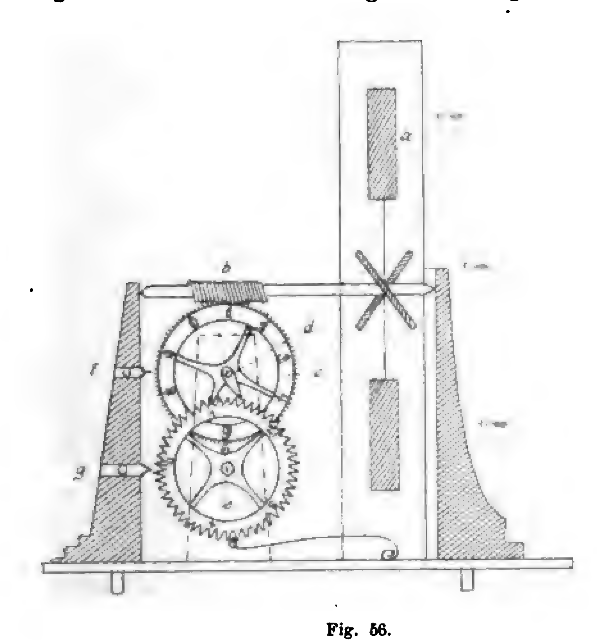


Fig. 56.
Combes'sches Anemometer (Durchschnitt).

$$v = \alpha + \beta \cdot \frac{n}{60}$$

Hier sind α und β zwei für jedes Instrument speziell zu ermittelnde Konstante. α wird als Trägheitswiderstand bezeichnet; es repräsentirt den Theil der Kraft des Windes, der zur Ueberwindung der Trägheit nothwendig ist; ist die

Windgeschwindigkeit nicht etwas grösser als α, so dreht sich das Rädchen nicht, n bleibt gleich 0. β repräsentirt den Reibungswiderstand.

Lautet die Formel z. B. bei einem Apparate

$$v = 0,4 + 0,143 \cdot \frac{n}{60}$$

und sind n = 450 Umdrehungen in der Minute gemacht, so ist

$$v = 0,4 + 0,143 \cdot \frac{450}{60}$$
$$v = 0,4 + 0.143 \cdot 7,5$$
$$v = 0,4 + 1,07$$
$$v = 1,47 \text{ r.}$$

Es giebt natürlich feinere und kräftiger gebaute Instrumente für stärkere und schwächere Windströmungen; sehr hübsche, vollkommene Apparate sind von Prof. Recknagel in Passau konstruirt, namentlich ein sehr kleines Modell, das, an einen langen Stab gesteckt, weit in enge Ventilationsschachte, Kaminröhren u. s. w. hineingeführt werden kann, wobei durch eine einfache mechanische Vorrichtung dennoch das Aus- und Einschalten des Zählwerkes ganz bequem ist (Fig. 57).

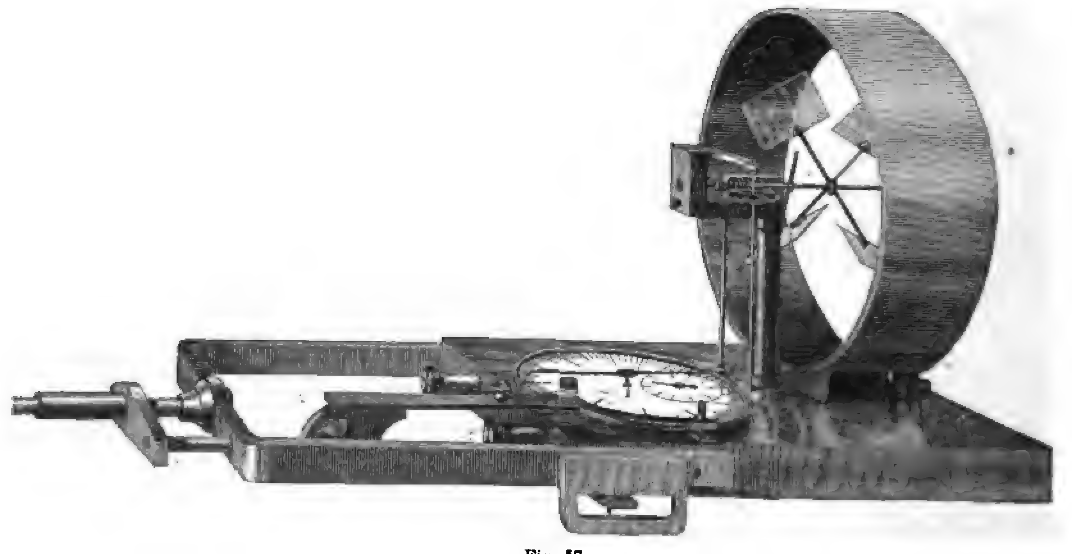


Fig. 57.
Dynamisches Anemometer nach Recknagel.

Für technische Zwecke fertigt man jetzt auch Anemometer, die gleich ohne Rechnung das Ablesen der Windgeschwindigkeit gestatten; ich besitze ein solches recht empfindliches mit Aluminiumflügeln von Fuss in Berlin.

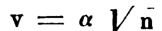
Statisches Anemometer.

§ 115. Eine andere Art Anemometer, die aber nur an Orten anwendbar sind, wo man das Instrument in Thätigkeit beobachten kann, sind die statischen.

Wieder wirkt der Wind auf Windflügel, aber die Spannung einer Uhrfeder hemmt die Drehung der Radachse. Je weiter ein an der Achse befindlicher Zeiger auf einem vertikal stehenden, ringförmigen Zifferblatte abgelenkt wird, desto stärker ist der Wind; der Ablenkungswinkel ist abzulesen. Sollte der Wind so stark sein, dass der Zeiger um mehr als eine Umdrehung abgelenkt

würde, so drückt er ihn an einen Arretirungsstift, womit die Unbrauchbarkeit des betreffenden Instruments im vorliegenden Falle angezeigt wird.

Die Ausrechnung der Windgeschwindigkeit in Metern aus dem Ablenkungswinkel n geschieht aus der Formel:



$$v = \alpha \sqrt{n}$$

wobei α ein für jedes Instrument empirisch zu ermittelnder Faktor (stets ein kleiner ächter Bruch), z. B. 0,06 oder dergl. ist und n den Ablenkungswinkel in Graden bedeutet.

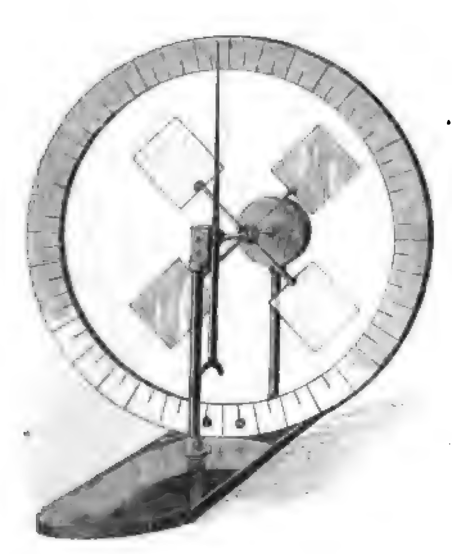


Fig. 58.
Statisches Anemometer.

Ventilations-Bestimmungen mit Anemometern.

§ 116. Häufiger als bloss zur Konstatirung von Windgeschwindigkeiten dienen die Anemometer zur Ermittelung der Luftmengen, die durch eine oder mehrere Oeffnungen, Kanäle etc. in einer gewissen Zeit strömen (Ventilationsbestimmungen).

Handelt es sich z. B. um die Luftmenge, die aus einem Luftheizkanal ausströmt, so ist vor Allem die Luftgeschwindigkeit in der Kanalöffnung, an mehreren Stellen zu bestimmen (und zwar pflegt man etwa an untenstehend mit einem Kreischen bezeichneten Stellen successive Anemometer-Ablesungen zu machen), aus den erhaltenen Umdrehungs- oder Ablenkungszahlen das Mittel zu ziehen und hieraus die mittlere Geschwindigkeit zu berechnen[1]).

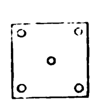


Fig. 59.

Kennt man v (die Geschwindigkeit per Sekunde in Metern), so braucht man nur mit der in Quadratmetern ausgedrückten Ventilationsöffnung zu multipliziren, um die Luftmenge in Kubikmetern zu kennen, die per Sekunde einströmt.

Beispiel. Es sei v = 3,5 m; die Oeffnung ein Rechteck von 76 cm Breite und 43 cm Höhe, wie viel Kubikmeter Luft strömt per Stunde ein?
76 und 41 cm sind 0,76 und 0,41 Meter — eine nothwendige Reduktion.
0,76 . 0,41 . 3,5 = 1,091 cbm pro Sekunde, also 60 . 60 . 1,091 = 3927,6 cbm pro Stunde.

Aichung der Anemometer.

Die Aichung der Anemometer erfordert besondere (gut gearbeitete, theuere) Apparate, auf denen die Anemometer vertikal am Ende einer langen horizontalen Eisenstange befestigt, mit willkürlicher konstanter Geschwindigkeit im Kreise gedreht werden können. Wird ein Anemometer in der Sekunde 3 m vorwärts bewegt, so hat dies genau die gleiche Wirkung auf das Zählwerk, als ob auf das ruhende Instrument ein Wind von 3 m Geschwindigkeit einwirkte — immerhin ist eine gute Anemometeraichung eine Geduld, Uebung und gute Apparate erfordernde Arbeit.

1) Die zahlreichen Messungen sind nothwendig wegen der sehr verschiedenen Geschwindigkeiten in den einzelnen Theilen der Oeffnung. Für exakte Untersuchungen muss auch die gleiche Oeffnung in einiger Zeit abermals untersucht werden.

Anhang: Untersuchung der natürlichen Ventilation.

Natürliche Ventilation.

§ 117. Schwieriger als die Ermittelung der durch grössere Oeffnungen in ein Zimmer eintretenden Luftmengen ist die der Luftquantitäten, die durch Poren, Ritzen und Spalten bei geschlossenen Fenstern eindringen. (Natürliche Ventilation.) Man bestimmt sie, indem man Kohlensäure in einem geschlossenen Raume erzeugt und feststellt, in welchem Grade der gefundene Kohlensäuregehalt des Raumes kleiner ist, als derjenige, der nach der Grösse des Raumes und der Menge der erzeugten Kohlensäure zu erwarten gewesen wäre. Auf diesem von Pettenkofer angegebenen Prinzip basiren 2 etwas verschiedene Methoden.

Methode von Pettenkofer-Seidel.

Ist vor Beginn des Versuches durch Entwickelung von CO_2 ein Gehalt p_1 erzeugt und dieser Gehalt durch natürliche Ventilation bis zum Schluss des Versuches nach einer Stunde auf p_2 herabgesunken, so ist

$$C = 2{,}303 \,.\, m \log \frac{p_1 - a}{p_2 - a}$$

wobei m den Inhalt des Zimmers in cbm, und C die Ventilationsgrösse für 1^h in cbm bedeutet. log bezeichnet den gewöhnlichen Tafellogarithmus, a den Kohlensäuregehalt der Luft im Freien. Diese Methode setzt also nur eine beliebige Erhöhung des CO_2-Gehaltes vor dem Versuch und dessen genaue Ermittelung, sowie eine Ermittelung 2^h nach dem Versuche voraus.

Methode von Jacobi.

Jacobi entwickelt die Kohlensäure während des Versuches und rechnet nach der Formel (die ursprüngliche Formel ist hier etwas umgeformt):

$$v = \frac{\Theta\, m - (k_2 - k_1)\, \varepsilon}{\Theta\, (p - k)}$$

wobei bedeutet: v = cbm Luft, die in der Stunde zutreten;
ε = cbm Luft, die das Zimmer fasst;
Θ = Zahl der Versuchsstunden;
m = Produzirte CO_2 in cbm;
k_1 = cbm CO_2 in 1 cbm Luft im Beginne von Θ;
k_2 = cbm CO_2 in 1 cbm Luft am Schluss von Θ;
k = cbm CO_2 in 1 cbm Aussenluft;
p = wahrer mittlerer Gehalt der Zimmerluft an CO_2 in cbm während des Versuchs.

Es setzt diese Methode also die Kenntniss einer grösseren Zahl von Faktoren voraus, namentlich muss mittelst der Röhrenmethode (vergl. pag. 147) eine kontinuirliche Untersuchung der Luft während des Versuches vorgenommen werden, während nach Pettenkofer-Seidel die Flaschenmethode (pag. 142) ausreicht.

Durch geeignete Versuchsanordnung lassen sich Versuche nach beiden Methoden kombiniren. Die Bildung einer bestimmten Kohlensäuremenge erreicht man am besten durch Anzünden gewogener Kerzen. 1 g Stearin liefert

1,404 Liter CO_2 bei 0^0. Die Kerzen stellt man auf den Fussboden, die Luft mischt man mit einem grossen Fächer gut durch. CO_2 Entwickelung durch Uebergiessen von einer gewogenen Karbonatmenge mit Säure ist fehlerhaft, weil sich die so entstehende, unerwärmte CO_2 sehr schlecht im Raume vertheilt. Gröbere Fehler haften leider beiden Methoden an, da es unerlässlich ist, den Raum vorübergehend zu betreten, wobei theils CO_2 durch die Respiration zugefügt, theils durch Thüröffnung entfernt wird.

Beispiel: Kleines Zimmer von 82 cbm.

Es werden 2 Paare Barytröhren mit Aspiratoren aufgestellt und 20 Kerzen im Gesammtgewichte von 1010 g aufgestellt, stets mehrere Kontrollanalysen gemacht.

CO_2 Bestimmung 8^h: 0,7; 0,6; 0,7 ‰;

jetzt werden die Kerzen entzündet.

CO_2 Bestimmung 9^h: 3,1; 3,2; 3,1; 3,3; 3,1 ‰;

Kerzen ausgelöscht. Ihr Gewicht beträgt 817 g, also verbrannt:

193 g Stearin, geliefert 271 Liter CO_2.

CO_2 Bestimmung $9^1/_2{}^h$: 2,7; 2,8;

CO_2 Gehalt im Freien: 0,4 ‰, auf dem Korridor 0,6, 0,6, 0,7;

als Durchschnitt angenommen 0,5 ‰.

Berechnung für die Zeit von 8—9^h nach Jacobi:

$$V = \frac{1 . 0,271 - (0,0032 - 0,007) . 82}{0,0023 - 0,0005}$$

$$V = \frac{0,271 - (0,0025 . 82,}{0,0018}$$

$$V = \frac{0,271 - 0,205}{0,0018} = \frac{66}{1,8} = 36,5 \text{ cbcm pro Stunde.}$$

Berechnung für die Zeit von 9—$9^1/_2{}^h$ nach Seidel:

$$C = 2,303 . 82 . \log \frac{0,0032 - 0,0005}{0,00275 - 0,0005}$$

$$C = 2,303 . 82 . \log \frac{27}{22,5}$$

$$C = 2,303 . 82 . \log 1,20$$

$$C = 2,303 . 82 . 0,079$$

$$C = 23,8 \text{ cbcm pro } {}^1/_2{}^h.$$

Die natürliche Ventilation betrug also die erste Stunde 36,5 cbcm, die zweite halbe Stunde 23,8.

Es erneuerte sich demnach in dem untersuchten Raume die Luft etwa 1mal in 2^h, wenn Thüre und Fenster geschlossen waren, resp. erstere nur für Momente geöffnet wurde.

Für eingehendere Darstellung vergleiche Flügge, Untersuchungsmethoden, S. 505 und folgende, wo die Formeln theilweise abgeleitet sind und Litteratur citirt ist. Recknagel's physikalische Ventilationsbestimmungsmethoden (Zeitschrift für Biologie, XV.) sind bisher zu wenig praktisch verwerthet, um hier besprochen zu werden. Petri hat neuestens die eben beschriebene Methode verbessert, aber auch komplizirt. Als Kohlensäurequelle verwendete er flüssige, käufliche Kohlensäure (Z. f. H., VI).

II. Chemische Untersuchung der Luft.

Konstante Luftbestandtheile.

§ 118. Der für unsere Respiration unentbehrliche Sauerstoff schwankt so wenig in seinem Prozentverhältnisse in der Luft (höchstens von 20,61 bis 21,0 %), dass er aus hygienischen Gründen nicht leicht bestimmt wird, ausserdem ist eine exakte Bestimmung nur dem Geübteren möglich [1]). Ebenso konstant verhält sich der Stickstoff; dagegen enthält die Luft von chemischen Bestandtheilen sehr wechselnde, oft grosse Mengen Wasser und Kohlensäure, neben stets sehr kleinen Quantitäten von Ozon, Ammoniak, Salpetersäure und salpetriger Säure. In besonderen Fällen mischen sich namentlich durch die menschliche Industrie noch weitere Gase der Luft bei: Schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd u. s. f., die bei einigermassen höherem Prozentsatze sehr lästig, ja gefährlich werden können.

1. Bestimmung des Wassergehaltes der Luft.

A. Hygrometer.

Definition der maximalen, absoluten und relativen Feuchtigkeit, sowie des Sättigungsdefizits.

§ 119. 1 Kubikmeter Luft vermag bei jeder Temperatur eine bestimmte Menge Wasser in Dampfform zu enthalten. Diese Wassermenge (m) nennt man die (bei der betreffenden Temperatur) höchstmögliche oder maximale Feuchtigkeit. Eine Luft, die die maximale Wassermenge bei einer bestimmten Temperatur enthält, heisst gesättigt mit Wasserdampf.

Die Wassermenge in Grammen, die wirklich bei einer bestimmten Temperatur im konkreten Falle vorhanden ist, heisst absolute Feuchtigkeit (a). Die Differenz zwischen höchstmöglicher und absoluter Feuchtigkeit m—a wird Sättigungsdefizit = d genannt.

Drückt man das Verhältniss von wirklich vorhandener absoluter und höchstmöglicher Feuchtigkeit in % aus:

$a : m = r : 100$, so ist $r = \frac{a \cdot 100}{m}$ die sogenannte relative Feuchtigkeit.

Es ist also festzuhalten, dass a, m und d in Gramm, r in % ausgedrückt sind. Andere Grössen braucht die praktische Hygiene nicht.

Dunstdruck.

Eine vielfach beliebte Ausdrucksweise, die aber erfahrungsgemäss weniger leicht zu einer vollständig klaren Auffassung führt, ist es, statt von absoluter und höchstmöglicher Feuchtigkeit, von absoluter und höchstmöglicher Tension oder Dampfspannung (Dunstdruck) zu sprechen. Bringt man in das trockene Vakuum eines Barometers eine kleine Wassermenge, so sinkt das Quecksilber sofort minimal, weil ein Theil des Luftdruckes jetzt statt Quecksilber Wasser trägt; immerhin beträgt dieses Sinken nur $^1/_{13,6}$ der eingetretenen Wassersäule, also für 4 mm nur 0,3 mm. Alsbald aber tritt ein neues Sinken

[1]) In Bergwerken, Grotten u. s. w. hat man niederere Sauerstoffwerthe bis 15,3 % gefunden, doch sind diese Fälle so selten, dass hier nicht darauf eingegangen werden kann.

ein, bedingt durch die Wasserdampfentwickelung im Vakuum, und zwar verdunstet um so mehr Wasser und steigt der Druck um so stärker, je höher die Temperatur im Vakuum ist. Jeder Temperatur entspricht eine gewisse Tension, ein bestimmtes Fallen des Quecksilbers; wäre das Wasser im lufthaltigen Raume verdunstet, so hätte der Luftdruck einen Zuwachs um die gleiche Tension gefunden, nur langsamer als im Vakuum.

Es ist selbstverständlich, dass auch die Quecksilbersäule, deren Länge uns im Barometer als Maasstab des Luftdruckes dient, nicht nur von dem Drucke der Luft, sondern von demselben und der Tension des Wasserdampfes in der Atmosphäre getragen wird. Wir müssten deshalb eigentlich stets 5—25 mm Wasserdampftension vom Barometerstand abziehen, wenn wir den Luftdruck allein haben wollten; es geschieht dies aber herkömmlicher Weise nicht.

Wie aus Tabelle VI hervorgeht, entspricht von $0-30^{0}$ die in mm Quecksilber ausgedrückte Tension fast genau der in Grammen angegebenen höchstmöglichen Feuchtigkeit, und beide Zahlen stimmen von $7-30^{0}$, d. h. in dem hygienisch wichtigsten Intervalle auch ziemlich annähernd mit den Temperaturgraden nach Celsius, was zur raschen approximativen Umrechnung im Kopfe sehr angenehm ist. Gedächtnisshilfe.

Wer mit Wasserdampftension rechnet, arbeitet mit ganz analogen Grössen wie oben definirt: „höchst mögliche Tension“, „absolute Tension“, „Spannungsdefizit“ und „relative Feuchtigkeit“ als Verhältniss der höchstmöglichen und absoluten Tension. Im Folgenden wird ausschliesslich der Wassergehalt zu Grunde gelegt werden.

Um Tensionsangaben in absolute Feuchtigkeit zu verwandeln, dient die Formel

$$\text{absolute Feuchtigkeit} = \frac{\text{Tension}}{1 + 0{,}00366\,t} \cdot 1{,}06$$

und umgekehrt

$$\text{Tension} = \text{absol. Feuchtigkeit} \cdot \frac{1 + 0{,}00366\,t}{1{,}06}.$$

Für praktische Zwecke darf wohl bei mittleren Temperaturen Tension = Wassergehalt gesetzt werden.

§ 120. Bestimmungsmethoden. Zur Bestimmung der absoluten Feuchtigkeit auf direktem Wege (sicherste, aber umständliche und wenig geübte Methode) saugt man mittelst eines Aspirators ein bestimmtes Luftvolum durch 2—3 hintereinander eingeschaltete, gewogene, mit Schwefelsäurebimsstein gefüllte Kölbchen. Schwefelsäurebimsstein erhält man, indem man erbsengrosse Bimssteinstückchen in einer Eisenschale, hessischem Tiegel oder nur auf einem Drahtnetz stark in der Gasflamme erhitzt und sie heiss (unter einem Abzug) in konzentrirte Schwefelsäure hineinwirft, sie dann auf ein Porzellansieb bringt, zudeckt und, nachdem die überschüssige Schwefelsäure abgelaufen ist, rasch in die Kölbchen füllt. Der doppeltdurchbohrte Stöpsel der Kölbchen ist aus Glas (eingeschliffen) oder aus Kork mit (Siegellack überzogen). Nach der Füllung verschliesst man die Glasröhren mit 2 Schlauchverschlüssen (Schlauchstückchen, in die auf der einen Seite Glasstäbchen eingesteckt sind); zum Wiegen nimmt man sie kurze Zeit ab. Ist der Versuch gelungen, so muss alles Wasser von dem ersten Kölbchen zurückgehalten worden sein und das zweite darf höchstens eine sehr geringe Gewichtszunahme zeigen. Haben die Kölbchen zu einigen Versuchen gedient, so nimmt man II an Stelle von I, und I frisch gefüllt als II. Wägemethode.

Um den Versuch exakt zu machen, bringt man in der Flasche sowohl wie in der Aussenluft ein Thermometer an. Strömt die Luft mit t^0 ein, und hat sie bei dieser Temperatur das Volum v, beobachten wir dagegen in dem Aspirator eine Temperatur t^1 und ein Volum v^1 (gemessen durch das Volum des ausgeflossenen Wassers), so ist

$$\frac{v}{1+\alpha t} = \frac{v^1}{1+\alpha t^1} \text{ oder } v = \frac{v^1(1+\alpha t)}{(1+\alpha t^1)}, \text{ wobei } \alpha = 0{,}00366.$$

Beispiel: Temp. der ausströmenden Luft 10,0°
„ im Aspirator 9,0°
Ausgeflossene Wassermenge 20,0 Liter
= Luftmenge im Aspirator
Kölbchen I vor dem Versuch 50,281
Kölbchen I nach dem Versuch 50,442
Zunahme 0,161 g
Kölbchen II vor dem Versuch 48,102
Kölbchen II nach dem Versuch 48,103
Zunahme 0,001 g also Zunahme I + II = 0,162

$$v = 20{,}0 \cdot \frac{(1 + 10{,}0 \cdot 0{,}00336)}{1 + 9{,}0 \cdot 0{,}00366)}$$

$$v = 20 \cdot \frac{1{,}0366}{1{,}0329} = 20{,}07 \text{ Liter.}$$

In 20,07 Liter waren 0,162 g, also in 20,07 cbm 162 g. In 1 cbm also 8,07 g Wasser, d. h. die absolute Feuchtigkeit ist 8,07. Die höchstmögliche Feuchtigkeit bei 10° ist laut Tabelle 9,4 g, das Sättigungsdefizit also 9,4 — 8,07 = 1,33 g; die relative Feuchtigkeit = 85,8 % berechnet sich nach 9,4 : 8,07 = 100 : x; x = 807 : 9,4 = 85,8 %.

Die Methode gestattet nicht den momentanen Wassergehalt der Luft zu bestimmen, sondern nur den mittleren Gehalt in der Versuchszeit; ferner ist sie zeitraubend und giebt nur, sehr exakt ausgeführt, brauchbare Resultate.

Bestimmung des Wassergehaltes durch Thaupunktbestimmung.



Fig. 60.
Daniell'sches Hygrometer.

§ 121. Bequemer zu handhabende Methoden zur Bestimmung des absoluten Feuchtigkeitsgehaltes stützen sich auf folgende Thatsache: Eine Luft, die bei der herrschenden Temperatur nicht vollkommen mit Wasserdampf gesättigt ist, wird bei successiver Abkühlung schliesslich durch das vorhandene Wasser doch gesättigt, und scheidet, noch eine Spur weiter abgekühlt (bis zum „Thaupunkt“), tropfbar flüssiges Wasser als feinen Beschlag aus.

Bestimmen wir die Thaupunktstemperatur einer Luft, so können wir leicht aus der Tabelle die derselben entsprechende höchstmögliche Feuchtigkeit ablesen, die uns dann direkt die absolute Feuchtigkeit unserer Luft angiebt.

Daniell's Hygrometer.

Das Daniell'sche Hygrometer besteht aus einer 2mal rechtwinkelig gebogenen, luftleeren, an den Enden mit je einer Kugel versehenen Röhre, deren eine A aussen vergoldet ist und etwas Aether enthält, deren andere B mit einem Tülläppchen umbunden ist. Tropft man aussen auf Kugel B Aether, so kühlt sie sich stark ab, und es kondensiren sich jetzt in dieser Kugel aus A stammende Aetherdämpfe. Indessen verdampft aus der warmen Kugel A neuer Aether, da durch Kondensation der bisherigen Dämpfe die Tension wesentlich abgenommen hat und dadurch die Verdunstung erleichtert ist. Das Verdampfen von Aether in A konsumirt Wärme, die Kugel A kühlt sich also rasch ab, was ein kleines in dieselbe eingeschmolzenes Thermometer prompt anzeigt.

Sowie die Kugel auf den Thaupunkt der umgebenden Luft abgekühlt ist, schlägt sich aus derselben Wasser in Tröpfchen nieder und die blanke Vergoldung erscheint matt.

Der Versuch ist bei trockener warmer Luft fast (jedenfalls nur mit wasserfreiem Aether) unausführbar, es dauert hier sehr lang, bis endlich die Trübung erscheint; ferner ist stets die Wasserdampfausscheidung durch den Beobachter sehr störend, ein unvorsichtiger Athemzug und der Thau hat sich gebildet. Endlich setzt der Apparat voraus, dass das Thermometer stets genau die Temperatur der Kugeloberfläche habe.

Renault's Hygrometer.

Regnault's Modifikation des Daniell'schen Apparates, die sich leicht als Modell improvisiren lässt, ist eine sehr wesentliche Verbesserung. Mit einem Gummi-Ballon wird Luft durch ein cylindrisches, in seinem unteren Drittel aus dünnem Silberblech gebildetes und ebenso weit mit Aether gefülltes Glasgefäss geblasen. Der verdunstende Aether kühlt den flüssig bleibenden Antheil ab, es tritt plötzlich ein Beschlag des Silbers auf und eine Ablesung des Thermometers, das in den Aether eintaucht, genügt zur Kenntniss des Thaupunktes. Gewöhnlich betrachtet man das Mittel der Temperatur, bei der der Thaubeschlag auftrat, und bei der er wieder verschwindet, als die Thaupunktstemperatur.

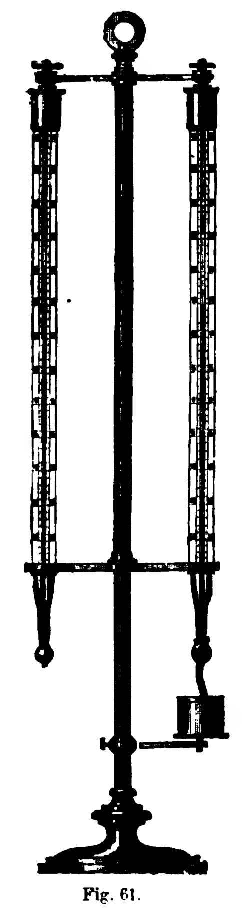


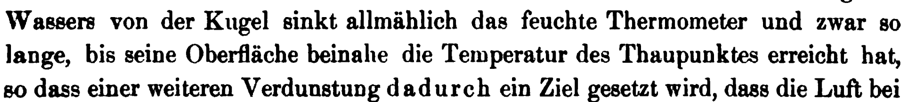
Fig. 61.
Psychrometer nach August.

Man kann den Ballon beliebig weit entfernt aufstellen und mit einem Fernrohr beobachten — dadurch fallen alle wesentlichen Einwände gegen Daniell's Anordnung weg, nur dass auch hier bei heissem, trockenen Wetter viel Zeit und Aether verbraucht wird und eine sehr gute Beleuchtung nöthig ist, um scharf das Eintreten des Thaubeschlages zu erkennen.

Sollen zahlreiche Bestimmungen an verschiedenen Punkten eines grossen Raumes rasch hintereinander oder möglichst gleichzeitig gemacht werden, so ist dies nach dem Gesagten mit Thaupunktshygrometern fast unmöglich.

Psychrometer.

§ 122. Weitaus am häufigsten bedient man sich zu praktischen Zwecken des sogenannten Psychrometers von August zur Bestimmung des Wassergehaltes der Luft. Dasselbe besteht aus zwei sorgfältig ausgesuchten, gleichgehenden, gut kontrollirten, in Zehntelgrade getheilten Thermometern, deren eines trocken, das andere feucht beobachtet wird. Die Befeuchtung wird dadurch erzielt, dass man die Kugel mit feinem Mousseline in feuchtem Zustande in einfacher Schicht straff umhüllt und über und unter der Kugel festbindet. In der Gegend der oberen Ligatur befestigt man mit einigen Stichen einen dünnen Baumwolldocht, der in ein kleines Wassernäpfchen taucht und das von der Mousselineumhüllung verdunstende Wasser ersetzt. Das Wassernäpfchen wird am besten in der Weise, wie es die Fig. 61 andeutet, angebracht. Bei der ersten Aufstellung taucht man die umhüllte Kugel und den Docht tüchtig in Wasser, nach jeder Ablesung mag man sich mit dem Finger überzeugen, dass der Mousseline wirklich nass ist. Durch die Verdunstung des



Wassers von der Kugel sinkt allmählich das feuchte Thermometer und zwar so lange, bis seine Oberfläche beinahe die Temperatur des Thaupunktes erreicht hat, so dass einer weiteren Verdunstung dadurch ein Ziel gesetzt wird, dass die Luft bei

der Temperatur des feuchten Thermometers mit Wasserdampf gesättigt ist. In Wirklichkeit sinkt das feuchte Thermometer aber nicht ganz bis zum Thaupunkte, denn die umgebende wärmere Luft führt ihm fortwährend Wärme zu und zwar um so viel mehr Wärme, je grösser die Differenz der Temperatur des feuchten Thermometers und der Lufttemperatur ist.

Es sei a die gesuchte absolute Feuchtigkeit bei t_s.

t_s = die Temperatur des trockenen Thermometers.

t_f = die des feuchten Thermometers

und f die höchstmögliche Feuchtigkeit bei der Temperatur t_f (aus Tabelle VI abzulesen).

Nach dem Gesagten ist leicht verständlich, wenn zur Ausrechnung der absoluten Feuchtigkeit aus den Psychrometerablesungen die Formel angegeben wird:

$$a = f - (t_s - t_f) \cdot c$$

wobei c eine Konstante ist und zwar für Temperaturen

über $0^0 = 0{,}65$

unter $0^0 = 0{,}56$

Es trägt die Formel dem Umstande Rechnung, dass t_f um so höher über dem Thaupunkte liegt, f also umsomehr grösser als a ist, je grösser $t_s - t_f$ die Differenz der beiden Thermometer ist. Die Konstanten 0,56 resp. 0,65 sind nicht als absolut genau zu betrachten, denn eigentlich sind diese Werthe nicht ganz konstant, sondern etwas vom Barometerstande, namentlich aber von dem Winde abhängig.

In ganz ruhiger Luft, besonders also in Zimmern, umgiebt sich die Kugel des feuchten Thermometers leicht mit einer Schicht stagnirender, wasserdampfgesättigter Luft und das Psychrometer hört so zu früh zu fallen auf; hier steigt der Werth der Konstante bis 0,9.

Ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, so stehen die beiden Thermometer gleich hoch, ja es kann das eingehüllte etwas höher stehen, weil die Umhüllung etwas gegen Wärmeausstrahlung schützt.

Verfahren bei Temp. unter 0°. § 123. Sinkt die Temperatur unter 0, so ist der Apparat auch jetzt noch funktionsfähig, wenn nur dafür gesorgt wird, dass die Eisschicht recht dünn ist, die die Kugel umgiebt. Man arbeitet hier ohne Docht, taucht die mit Mousseline umhüllte Kugel vor jeder Ablesung in Wasser, bis etwa vorhandene Eishüllen geschmolzen sind und entfernt überschüssiges Wasser mit Fliesspapier. Das Wassernäpfchen bleibt nicht im Freien, da es durch Gefrieren des Wassers springt. Immerhin hat die Hygiene für Wasserbestimmungen bei sehr niederen Temperaturen kein grosses Interesse, da kalte Luft überhaupt nur minimale Wassermengen aufzunehmen im Stande ist.

Thaupunktbestimmung mit dem Psychrometer. Hat man die absolute Feuchtigkeit in besprochener Weise bestimmt, so braucht man, um den Thaupunkt der untersuchten Luft zu kennen, nur in der Tabelle aufzuschlagen, welche Temperatur eine Luft haben muss, damit sie bei dem gefundenen Wassergehalte gesättigt ist.

Auf meteorologischen Stationen hat man gleichmässig bewegte Windströme eingerichtet, in denen das Psychrometer beobachtet wird. Deneke (Z. f. H., I.) hat für die hygienische Praxis warm die Anwendung von Schleuderpsychrometern empfohlen, da er auch unter Anwendung höherer Konstanten keine ganz exakten Werthe in ruhender Luft mit dem August'schen stehenden Psychrometer erhielt. (Letzteres zeigte durchschnittlich die absolute Feuchtigkeit um 1 g zu hoch). Schleuderpsychometer

Es werden die beiden Thermometer durch eine Oese am Kopf an geflochtenen Schnüren befestigt, so dass vom Anfang der Schnur bis zur Thermometerkugel gerade 1 Meter Entfernung ist. Hierauf schwingt man erst das trockene Thermometer, dann das feuchte, dessen Kugel man mit einer doppelten Gazeschicht umbunden und in Wasser getaucht hat, je 100mal im Kreise, so dass man in 1 Sekunde gerade eine Schwingung ausführt. Die Ablesung der Thermometer hat ohne Annäherung des Kopfes zu geschehen; der Deutlichkeit der Skala wegen theilt man nur in 1/5 Grade und lässt die Thermometer nur von — 5 bis + 40° reichen. Für sein Psychrometer ermittelte Deneke, der stets mit Dunstdruck rechnete, die Formel:

$$f = f^1 - 0{,}000706\, b\, (t - t^1).$$

wobei f der gesuchte Dunstdruck, f^1 der höchstmögliche Dunstdruck bei der Temperatur des feuchten Thermometers, b der Barometerstand, t die Temperatur des trockenen, t_1 die des feuchten Thermometers darstellt.

Beispiel I[1]. Temperatur des trockenen Thermometers + 15,2° Beispiel I.
Temperatur des feuchten Thermometers + 12,2°

Wie gross ist die absolute Feuchtigkeit? Differenz 3,0°.

Die höchstmögliche Feuchtigkeit bei der Temperatur des feuchten Thermometers, also bei 12,2°, ist aus Tabelle VI nicht genau zu ersehen; bei 12° ist sie = 10,6 g, bei 13° = 11,3 g, für 1° steigt sie um 0,7, für 0,2° um 0,2 . 0,7 = 0,14 g, also:

Höchstmögliche Feuchtigkeit bei 12,2° = 10,6 + 0,14 = 10,7 g.
Abs. Feucht. 10,7 — 0,65 . 3 = 8,7 g; höchstmögl. Feucht. b. 15,2° = 12,8 + 0,2 . 0,8 = 14,4 g.
Sättigungsdefizit 14,4 — 8,7 = 5,7 g

Relative Feuchtigkeit: 14,4 : 8.7 = 100 : x; $x = \frac{870}{14{,}4} = 60{,}4\%$.

Beispiel II. Temperatur des trockenen Thermometers + 3,3° Beispiel II.
Temperatur des feuchten Thermometers 1,4°
Differenz 4,7°.

Maximale Feuchtigkeit bei — 1,4 fehlt in der Tabelle.
Maximale Feuchtigkeit bei 0° = 4,9 g
bei — 2° = 4,4 g,

also für eine Temperatursteigerung um 2° steigt Wassergehalt um 0,5; also für 0,1° um $\frac{0{,}5}{20}$ g.

Maximale Feuchtigkeit bei — 1,4° = 4,4 + 6 . $\frac{0{,}5}{20}$ = 4,4 + 0,1 = 4,5 g.
Absolute Feuchtigkeit 4,5 — 0,56 . 4,7 = 4,5 — 2,6 = 1,9 g.
Maximale Feuchtigkeit bei 3,3° = 5,7 + 0,3 . 0,4 = 5,8 g.
Sättigungsdefizit 5,8 — 1,9 = 3,9 g.

Relative Feuchtigkeit 5,8 : 1,9 = 100 : x, also $x = \frac{190}{5{,}8} = 32{,}7\%$.

§ 124. Eine weitere Gruppe von Instrumenten bestimmt direkt die relative Feuchtigkeit. Sie beruhen auf der Eigenschaft gewisser thierischer und pflanzlicher Fasern durch Wasseraufnahme länger, durch Abgabe kürzer Haarhygrometer.

[1]) Für die Beispiele habe ich das feststehende Psychrometer zu Grunde gelegt, das noch immer das gebräuchlichste ist.

zu werden, und zwar hängt die Wasseraufnahme nicht von dem absoluten, sondern ganz und gar nur vom relativen Wassergehalte der Luft ab.

Die einfachsten Hygrometer sind die von Saussure erfundenen, die jetzt namentlich sehr vollkommen nach Koppe's Vorschrift von Hottinger's Nachfolger (Usteri-Reinacher) in Zürich fabrizirt werden.

Ein an einem Ende fixirtes Haar läuft, an seinem anderen durch ein Gewicht beschwert, über eine Rolle, auf der ein Zeiger sitzt. Verlängert sich das Haar, so dreht das sinkende Gewicht den Zeiger nach rechts. Der Zeiger spielt auf einer Skala, deren Hauptpunkte 0 und 100 so kontrollirt werden, dass man den Apparat einmal unter eine Glocke mit einem Gefässe konzentrirter Schwefelsäure, zweitens in eine feuchte Kammer bringt und die Endlagen des Zeigers markirt. Es ist jedem Apparate eine Blechschachtel beigegeben, die einen mit Tüll bespannten Rahmen enthält. Durch Benetzung dieses Tülls lässt sich sehr leicht eine feuchte Kammer darstellen. Die Zwischenwerthe, die je näher gegen 100 zu um so näher aufeinander folgen, werden durch Vergleich mit den Angaben der Gewichtsmethode oder des Regnault'schen Apparates bestimmt.

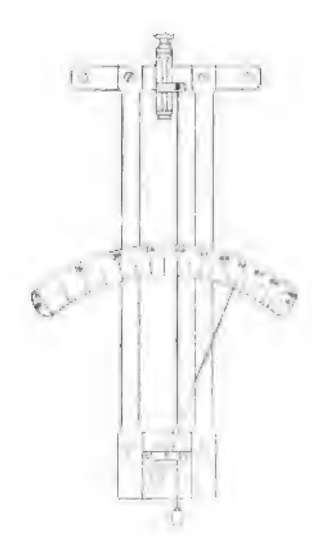


Fig. 62.
Haarhygrometer.

Das Haar muss gründlichst entfettet und darauf sehr oft, mindestens 20 Mal, ad maximum verkürzt oder verlängert werden; dann erst arbeitet es zuverlässig. Immerhin prüfe man bei jedem Haarhygrometer von Zeit zu Zeit durch Einbringen in einen feuchten Raum wenigstens die Richtigkeit der Lage des Punktes 100⁰/₀. Ein beigegebener Uhrschlüssel gestattet leicht, den Zeiger so zu stellen, dass er im wasserdampfgesättigten Raume auf 100 steht.

Deneke fand namentlich für warme und wasserreiche Luft die Angaben eines oft kontrollirten Koppe'schen Haarhygrometers von sehr befriedigender Genauigkeit, fast so genau wie die des Schleuderpsychrometers. Es wird empfohlen, die Haarhygrometer im feuchtigkeitgesättigten Raume aufzubewahren und erst $^1/_4{}^h$ vor der beabsichtigten Beobachtung zu exponiren.

Modifikationen des Haarhygrometers. In neuerer Zeit sind eine ganze Reihe von Modifikationen der Haarhygrometerkonstruktionen in den Handel gelangt, von denen namentlich die in Dosen untergebrachten transportabeln aber theueren Instrumente von Schubert in Meran empfohlen werden. Es funktionirt hier eine hygroskopische Membran, nicht ein einzelnes Haar.

Aus den Angaben des Haarhygrometers und der Temperatur lassen sich natürlich auch die übrigen Zahlen leicht berechnen.

Beispiel. Beobachtete Temperatur 17°. Relative Feuchtigkeit 70 %. Wie gross ist die absolute Feuchtigkeit?

Höchstmögliche Feuchtigkeit bei 17° nach Tabelle = 14,5 g.

$$14{,}5 : x = 100 : 70 \quad x = \frac{14{,}5 \cdot 70}{100} = 10{,}15 \text{ g} = \text{absol. Feuchtigkeit.}$$

Wie gross ist das Sättigungsdefizit? 14,5 — 10,1 = 4,4 g.

Wo liegt der Thaupunkt? Luft mit 10 g Wasser hat ihren Thaupunkt bei 11°, eine mit 10,6 g bei 12°. Steigt der Wassergehalt um 0,6 g, so steigt der Thaupunkt um 1°. In unserem Falle liegt der Thaupunkt also bei $11^{\circ} + \frac{10{,}1-10}{0{,}6} = 11 + 0{,}01$, d. i. 11°.

B. Verdunstungsmesser (Atmometer).

Atmometer.

§ 125. Ein gutes Bild von der Wassermenge, die eine Luft noch aufnehmen kann, geben uns auch die Verdunstungsmesser, Apparate, die bestimmt sind, direkt ablesen zu lassen, wie viel Wasser von einer bestimmten Oberfläche verdunstet ist.

Leider sind die bisherigen Apparate alle mit mehr oder weniger grossen Fehlern behaftet, so dass der Hygieniker einstweilen wohl lieber mit dem Psychrometer arbeiten wird. Erwähnt seien

Verdunstungkästchen.

1. Verdunstungskästchen. Flache quadratische Messingkästchen von 1 qdcm Oberfläche werden einige Centimeter hoch mit Wasser gefüllt, mit einem weitmaschigen Drahtnetze gegen Verunreinigungen geschützt, aufgestellt. Durch Wägung zu Anfang und zu Ende des Versuches ergiebt sich die verdunstete Wassermenge. Jedes Gramm (resp. ccm) entspricht einer Verdunstungshöhe von $^1/_{10}$ mm. — Ungenaue Annäherungsmethode.

Piche's Atmometer.

2. Piche's Atmometer. Eine oben geschlossene c. 30 cm lange und $^1/_2$—1 cm weite Glasröhre wird in $^1/_{10}$ cbcm eingetheilt, mit Wasser gefüllt und am offenen Ende mit einem quadratischen Stück (ungeleimten, porösen) Kupferstecherpapiers bedeckt, das in der Mitte eine feine Oeffnung (Nadelstich) hat und, sowie es sich voll Wasser gesaugt hat, die Röhre fest verschliesst. Der Apparat ist an seinem oberen Ende an einer Oese aufgehängt. Sowie nun Wasser vom Papier verdunstet, dringt neues aus dem Rohre nach, und so viel Luft in letzteres ein, als dem Volum des verdunsteten Wassers entspricht. Hat das Quadrat 3 cm Seitenfläche, so verdunstet das Wasser von einer Oberfläche von 2 . 9 qcm, wovon aber der Röhrenquerschnitt, der dem Papier aufsitzt, abzuziehen ist. Oder man bringt den Röhrenquerschnitt in Rechnung, indem man an dem Papier an einer Stelle einen Halbkreis vom Röhrenradius vorstehen lässt (Fig. 63). Der Apparat ist nur zu vergleichenden Versuchen zu verwenden und nur bei höheren Temperaturen giebt er überhaupt

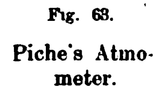


Fig. 63.
Piche's Atmometer.

brauchbare Werthe. Nach Riegler verdunstet das Wasser soviel leichter von Papier, als von einer Wasseroberfläche, dass man die erhaltenen Grössen mit 2 dividiren muss, um die unter gleichen Verhältnissen von einer Wasserfläche verdunstete Grösse zu finden.

C. Nebel, Wolken, Niederschläge.

Nebel.

§ 126. Nebel entsteht durch Abkühlung feuchter Luft unter ihren Thaupunkt; die feinen Nebelwassertröpfchen bilden sich stets um schwebende Stäubchen (Aitkin, vergl. § 137).

Entstehen Nebel in höheren Luftschichten, so sprechen wir von Wolken. Aufsteigende warme, feuchte Luftströme geben zu Wolkenbildung Anlass, sobald sie in Regionen kommen, die kälter als ihr Thaupunkt sind.

Wolkenformen.

Als typische Wolkenform pflegt man zu unterscheiden[1]):

1. Cirrus (Zirrus Günther), die Federwolke. Schwebt in bedeutenden Höhen (6 Kilometer und mehr), besteht aus Eisnadeln. Die Form gleicht bald mehr einer Flaumfeder oder einem Konglomerat von solchen, bald mehr fein zerzupfter und zu zarten Streifen aufgelockerter Baumwolle.

2. Cumulus, die Haufenwolke. Gewaltige an Baumwollballen erinnernde, von der Sonne beleuchtet glänzend weiss erscheinende Wolkenmassen, die ihre Entstehung kräftig aufsteigenden, kompakten Luftströmen bei ruhiger Luft verdanken.

3. Stratus, die Schichtwolke. Geschichtete, streifige, massige Wolken, die namentlich entstehen, wenn aufsteigende Luftströme durch Winde abgelenkt werden. Die Strati sind meist in geringer Entfernung von der Erdoberfläche (ca. 600 Meter), häufig entwickeln sie sich zu dunkelgefärbten Regenwolken, die man dann mit dem besonderen Namen Nimbus bezeichnet.

Zwischenformen.

Zwischen diesen Hauptformen giebt es zahlreiche Uebergänge: Der Cirrocumulus (Schäfchenwolke) ist eine Bildung, bei der sich dichter geballte Cirri allmählich zu solideren Wolkenmassen vereinigen; Cumulostratus nennt man die so häufigen, wenig charakteristischen Wolkenformen, die zwischen Cumulus und Stratus in der Mitte stehen. Mit Cirrostratus bezeichnet man die diffuse dünne halbdurchsichtige gleichmässige Verschleierung des Himmels.

Bewölkungsgrad.

Den Bewölkungsgrad bezeichnet man durch Zahlen, die angeben, wie viel Zehntel des Himmels mit Wolken bedeckt sind. Nach Mohn lassen sich die Zahlen durch folgende Umschreibungen ausdrücken:

0 = ganz wolkenlos,
1 = fast wolkenlos,
2, 3 = leicht bewölkt,
4 = fast halb bewölkt,
5 = halb bewölkt,

[1]) Sehr hübsche Bilder der typischen Wolkenformen enthalten die „Instruktionen für die meteorol. Stat. in Bayern".

6 = ziemlich umzogen,
7 } = stark bewölkt,
8 }
9 = fast ganz bewölkt,
10 = ganz bewölkt.

Zur Abschätzung der Bewölkung ist natürlich ein freigelegener Beobachtungspunkt nöthig.

Vergrössern sich die Nebelkügelchen in der Wolke durch die Fortdauer von Bedingungen, die der Wolkenbildung günstig sind, zu Tröpfchen und Tropfen, so tritt Regen ein; findet der Prozess der fortgesetzten Wasserdampf-Kondensation bei Temperaturen unter 0^0 statt, so bildet sich Schnee in gewissen hier nicht zu besprechenden Fällen, auch Graupeln (undurchsichtige, kleine Schneebällchen) oder Hagel (Konglomerate von Eis und Schnee). Regen. Graupeln. Hagel.

Die wichtigsten meteorologischen Beobachtungen werden durch folgende internationale Zeichen abgekürzt ausgedrückt: Meteorologische Zeichen

Regen ●	Nebel ≡
Schnee ✱	Reif ⊥
Gewitter ꞅ	Thau ⊙
Wetterleuchten <	Rauhfrost V
Hagel ▲	Höhenrauch ∞
Graupeln △	u. s. f.

Wind wird durch einen in der Richtung des Windes fliegenden Pfeil dargestellt, der um so mehr Striche in der Federfahne erhält, um so stärker er ist. ⸍F ist ein mittlerer, ⸍F̶ ein starker Nordostwind.

D. Bestimmung der Niederschlagsmengen.

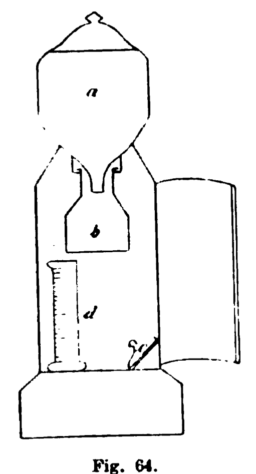


Fig. 64.
Regenmesser.

§ 127. Neuerdings haben sich die Meteorologen geeinigt, das Auffangen der atmosphärischen Niederschläge in Regenmessern = Ombrometern = Udometern folgender Konstruktion vorzunehmen. Regenmesser.

Es wird ein Zinkblech-Cylinder *a* (Fig. 64) mit genau 500 qcm grosser runder Oeffnung so aufgestellt, dass sich die Auffangeöffnung gerade 1 Meter über der Erdoberfläche befindet. Das Wasser fliesst in eine, durch Bajonettverschluss angeschlossene, 4 Liter fassende Blechflasche *b*, aus der es in einen Messcylinder gegossen wird. Regenmengen drückt man durch die Höhe der Flüssigkeitsschicht in Millimetern aus, die entstünde, wenn aller Regen stehen bliebe. Damit auf einer Fläche von 500 qcm der Regen 1 mm hoch steht, sind 50 cbcm nöthig; wir werden also in unserer Flasche so oft 50 cbcm haben, als die Regenmenge 1 mm beträgt. Regenmenge

Die Regenhöhe lässt sich daher direkt ablesen, wenn wir uns einen Messcylinder so eintheilen, dass zwischen 2 Theilstrichen gerade 50 cbcm Platz haben. Es lassen sich natürlich auch Zehntelmillimeter (resp. je 5 cbcm) so sehr gut ablesen [1]).

Das Ombrometer dient auch dem Auffangen von Schnee; der einspringende obere Rand soll ein Herauswehen hineingefallenen Schnee's verhindern. Nach Schneefall (ebenso bei Hagel) wird das Ombrometer in's Zimmer getragen und erst das Schmelzwasser gemessen. Ein auf die Oeffnung aufgesetzter Blechdeckel schützt inzwischen vor Verdunstung. Während das eine Ombrometer abgelesen wird, im Zimmer aufthaut u. s. f., funktionirt ein zweites Reserveinstrument, das bedeckt stand, so lange das erste in Gebrauch war. — Die Entleerung und Messung der Niederschläge geschieht jeden Abend 8 Uhr; es wird also der Regen nicht von Mitternacht zu Mitternacht, sondern von Abend zu Abend gemessen. Das Datum ist das des Beobachtungs**tages**.

2. Bestimmung der Kohlensäure.

Vorkommen. § 128. Der Respirationsprozess der Menschen und Thiere, zahlreiche Oxydationsvorgänge, Gährungs- und Fäulnissprozesse bewirken, dass überall auf der Erde der Luft Kohlensäure beigemischt ist. In geschlossenen Räumen, die von Menschen bewohnt sind, kann der Kohlensäuregehalt eine beträchtliche Höhe erreichen, da der Mensch bei jedem Athemzuge ca. 500 cbcm 4%ige Kohlensäure = 20 cbcm CO_2 ausathmet, und die künstliche Beleuchtung ebenfalls grosse Mengen davon erzeugt.

Fig. 65.
Flasche für Barytwasser.

Pettenkofer's Flaschenmethode. Die Bestimmung geschieht, wenn es sich um genaue Analysen handelt, am besten nach der **Pettenkofer**'schen Flaschenmethode. Prinzip. Dieselbe beruht darauf, einem gemessenen abgesperrten Luftvolum eine gemessene Menge Barytwasser von titrirter Alkalinität zuzusetzen, durch Umschütteln eine Bindung der vorhandenen Kohlensäure als ganz unlösliches, nicht auf eine Indikatorflüssigkeit reagirendes Baryumkarbonat zu erzielen und durch eine Titirung festzustellen, wie viel Säure jetzt weniger nöthig ist, um eine neutrale Reaktion zu erhalten, als vor der Absorption der Kohlensäure.

Herstellung der titr. Lösungen. **Vorbereitung.** Man stellt sich ein Barytwasser dar durch Auflösen von ca. 4 1/2 Gramm reinem krystallinischem Baryumhydroxyd [$Ba(OH)_2$ + 8 H_2O] pro Liter des verwendeten Wassers. Dazu fügt man noch ca. 1/4 Gramm

1) Die Niederschlagshöhe in Millimetern giebt auch die Regenmenge in Litern, die auf 1 qm fiel.

Chlorbaryum pro Liter (warum siehe S. 144). Die so erhaltene stets durch Baryumkarbonat getrübte Flüssigkeit lässt man nach wiederholtem, längerem, gründlichem Schütteln, bis alles Lösliche gelöst ist, in einer entsprechenden Flasche klar absitzen. Der Stöpsel derselben wird nach Fig. 65 mit einer doppelten Durchbohrung versehen; durch die auf den Grund reichende, oben mit einem Schlauche zum Einstecken der Pipette versehene, lange Röhre wird Barytwasser abgesogen, während die kurze Röhre mit einer Kalivorlage versehen ist, die verhindert, dass bei Entnahme von Barytwasser kohlensäurehaltige Luft einströme und den Titer verändere. Die Vorlageflasche enthält Bimssteinstückchen, die, in einer Eisenschale erhitzt, noch heiss in starke Kalilauge geworfen wurden, und sich mit derselben vollgesogen haben.

Hierauf stellt man sich eine schwache Oxalsäurelösung her, von der 1 cbcm gerade so viel Baryumhydroxyd bindet, als $^1/_4$ cbcm CO_2, die bei 0° und 760 mm gemessen wurde, also 1 Liter Oxalsäure = $^1/_4$ Liter CO_2.

Oxalsäure, $\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix}$ krystallisirt stets mit 2 Molekülen Krystallwasser[1]) $C_2O_4H_2 + 2H_2O$ und hat also das Molekulargewicht: $2.12 + 4.16 + 2.1 + 4.1 + 2.16 = 126$; CO_2 hat das Molekulargewicht $12 + 2.16 = 44$. 1 Molekül CO_2 verbraucht genau ebenso viel $Ba(OH)_2$ wie 1 Molekül Oxalsäure; zur Sättigung im einen Fall entsteht CO_3Ba (Baryumkarbonat) im anderen $\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} > Ba$ (Baryumoxalat).

1 Liter CO_2 wiegt bei 0° und 760 mm = 1,965 g,
$^1/_4$ Liter CO_2 wiegt bei 0° und 760 mm = 0,491 g.

Wir haben also die Proportion

$$44 : 126 = 0{,}491 : x$$

$$x = \frac{126 \cdot 0{,}491}{44} = 1{,}404$$ g Oxalsäure muss in 1 Liter gelöst werden, damit 1 cbcm die gleiche Menge Alkali bindet, wie $^1/_4$ cbcm CO_2.

Von dieser Lösung füllen wir nun in eine Bürette, stecken eine Pipette von 25 cbcm in den Schlauch der Barytflasche, saugen, nachdem wir den abschliessenden Quetschhahn gelüftet, langsam die Pipette voll, verwerfen die erste, vielleicht nicht ganz klare Füllung und lassen einen zweiten Pipetteninhalt in ein 100 cbcm fassendes Kölbchen fliessen. Hierzu fügen wir 3 Tropfen einer 1 %igen alkoholischen Rosolsäurelösung, wodurch sie blass aber deutlich rosa wird. Jetzt lassen wir erst dreist, dann unter fortwährendem Umschwenken langsamer Oxalsäure aus der vorher genau auf 0 gestellten Bürette zufliessen, bis plötzlich die rothe einer blassgelblichen Farbe Platz macht. Sind jetzt ungefähr 20—25 cbcm Oxalsäure verbraucht, so ist die Stärke des Barytwassers recht; sind wesentlich mehr verbraucht, so ist dasselbe, als zu stark, angemessen zu verdünnen. *Bestimmung des Titers des Barytwassers vor dem Besuch.*

[1]) Oxalsäure verliert beim längeren Aufbewahren etwas von ihrem Krystallwasser, sie verwittert. Am besten krystallisirt man sich das reinste käufliche Präparat nochmals aus heissem Wasser um, d. h. man löst in wenig heissem Wasser, filtrirt, lässt erkalten, sammelt die Krystalle auf Fliesspapier, presst sie mehrfach mit Fliesspapier ab und lässt sie darauf im warmen Zimmer einige Stunden in dünner Schicht locker bedeckt ganz trocken werden, d. h. so trocken, dass sie nicht mehr an glattem Papiere haften.

Bei der Titrirung ist aufzuhören, sowie zum ersten Male gelbliche Färbung für einen Augenblick bestehen blieb. Bei längerem Stehen röthet sich eine exakt titrirte Probe häufig wieder, was sich folgendermassen erklärt.

Haben wir absolut klares, von Baryumkarbonat freies Barytwasser, so tritt gelbliche Farbe auf, sowie die Reaktion $Ba(OH)_2 + C_2O_4H_2 = BaC_2O + 2H_2O_4$ vollkommen durchgeführt ist, und die Flüssigkeit bleibt gelblich durch den minimalen Ueberschuss freier Oxalsäure.

Enthielt das Barytwasser aber Spuren von kohlensaurem Baryt in Suspension, so findet zwar zuerst ebenfalls obige Reaktion statt, aber nach Eintritt der gelblichen Farbe wirkt der kleine Oxalsäureüberschuss langsam auf die geringen Mengen $BaCO_3$ ein, wobei BaC_2O_4, ein neutrales Salz, entsteht und CO_2 in Freiheit gesetzt wird. Diese CO_2 löst nun langsam weitere Theilchen von suspendirtem $BaCO_3$ zu $\begin{matrix} CO_2 \diagup OH \\ \quad > Ba \\ CO_2 \diagdown OH \end{matrix}$ d. h. zu alkalisch reagirendem, wasserlöslichem Baryumbikarbonat, wodurch die rothe Farbe allmählich wieder eintritt.

Es ist hier auch der Ort zu erklären, warum nach Pettenkofer's Vorschrift Chlorbaryum dem Barytwasser zugesetzt wird. Der käufliche Aetzbaryt enthält stets neben $Ba(OH)_2$ und $BaCO_3$ auch $NaOH$ resp. KOH = Natrium resp. Kaliumhydroxyd; durch Zusatz von $BaCl_2$ werden $2NaOH$ zu $2NaCl + Ba(OH)_2$. Dieser Zusatz ist nöthig, weil in folgender Weise Natriumhydroxyd Fehler bedingen könnte:

Es wird aus $Ba(OH)_2 + NaOH + BaCO_3$ durch Versetzen mit $C_2O_4H_2$ bis zur Gelblichfärbung $BaC_2O_4 + BaCO_3 + Na_2C_2O_4$ + Spur freie Oxalsäure resp. saures Salz.

Nun setzen sich aber $Na_2C_2O_4 + BaCO_3$ zu $BaC_2O_4 + Na_2CO_3$ um; letzteres sättigt sofort (nicht langsam wie das Baryumkarbonat bei Abwesenheit von Natriumoxalat) den kleinen Oxalsäureüberschuss, die Flüssigkeit ist sofort alkalisch. Ein neuer Zusatz von Oxalsäure verwandelt das Na_2CO_3 wieder vollständig in $Na_2C_2O_4$, was sich abermals mit einem Theile suspendirten Baryumkarbonates umsetzt, so dass so lange die alkalische Reaktion wiederkehrt, bis die letzte Spur suspendirten Baryumkarbonates (was ja nicht mittitrirt werden sollte) durch Oxalsäure zersetzt ist. Bei sehr sorgfältiger Vermeidung jeder Spur von Baryumkarbonat fällt diese Fehlerquelle weg; da sie aber so leicht zu beseitigen ist, so unterlässt man den Chlorbaryumzusatz nie.

Ausführung der CO_2-Bestimmung.

§ 129. Nachdem so die Lösungen bereitet sind und der Titer des Barytwassers bestimmt wurde, beginnt der eigentliche Versuch. Eine ca. 4 Liter fassende, reine, trockene, genau geaichte Flasche — oder, wenn die Aichung noch fehlt, trocken leer gewogene Flasche — wird mit Hilfe eines Blasebalges durch 40—60 Stösse mit der zu untersuchenden Luft gefüllt, wobei der Experimentator Sorge tragen muss, dass sich sein Athem nicht mit der eingepumpten Luft mischt. Er stellt deshalb die Flasche auf den Boden, versieht die Blasebalgspitze mit einem 30—50 cm langen Schlauche und pumpt in aufrechter etwas zurückgebeugter oder abgewandter Stellung. Sowie dies geschehen, wird die Flaschenmündung ohne ängstliche Eile, aber dicht mit einer doppelten, unverletzten, gut sitzenden Kautschukkappe überzogen, hierauf die Temperatur des Raumes und der Barometerstand abgelesen, wobei auch die Temperatur des Barometers nicht vergessen werden darf.

Nun saugt man Barytwasser aus unserer Flasche in eine Pipette von 100 cbcm, steckt letztere unter theilweisem Lüften der Kautschukkappe möglichst tief in die Flasche hinein und lässt das Barytwasser ausfliessen. Hierauf verschliesst man die Bürette oben mit dem Finger, erwärmt sie durch Um-

fassen mit der Hand und treibt dadurch die letzten Tropfen Barytwasser aus, zieht die Bürette zurück und schliesst die Kappe.

Durch sanftes Rotiren der um die Längsachse geneigten Flasche bespült man die Wände derselben längere Zeit, etwa 3 mal je 5—10 Minuten in ebenso langen Pausen. Dabei ist es zu vermeiden, dass Flüssigkeit an die Kappe spritzt.

Ist die Absorption nach $^1/_2$—$^3/_4{}^h$ vollendet, so giesst man rasch — am besten am offenen Fenster oder im Freien — die jetzt durch Baryumkarbonat getrübte Flüssigkeit in ein kleines ca. 100 cbcm fassendes Fläschchen, das man, mit einem gut eingeschliffenen Stöpsel verschlossen, einige Stunden ruhig stehen lässt, bis sich der Niederschlag vollständig abgesetzt hat. Von der klar überstehenden Flüssigkeit werden nun 25 cbcm mittelst einer bis nahe auf den Bodensatz eingeführten Pipette durch langsames ruhiges Saugen abgehoben. Es ist vor Allem dabei zu vermeiden, dass man, indem man das Saugen einen Moment unterbricht, durch rückströmende Flüssigkeit den Niederschlag aufwirbelt. Man bedient sich hier mit besonderem Vortheil des vorübergehenden Verschlusses der Pipette mit der Zungenspitze (vergl. § 24).

War die Flasche noch nicht geaicht, sondern nur leer und trocken gewogen, so füllt man sie jetzt exakt bis oben mit Wasser und wiegt sie gefüllt. Die Differenz der Gewichte giebt das Flaschenvolum, von dem natürlich 100 cbcm abgezogen werden müssen, da sie von Barytwasser eingenommen waren. Da die Berechnung der Titrirung (s. unten) uns das Volum der CO_2 bei 0° und 760 mm giebt, so müssen wir auch das Luftvolum, das wir bei t° und b mm (auf 0° reduzirtem) Barometerstand bestimmten, auf obige Grössen reduziren.

Es geschieht dies nach der folgenden Ueberlegung: Alle Gase dehnen sich beim Erwärmen nach der Formel $V_t = V_o (1 + \alpha t)$ aus, wobei Reduktion eines Gasvolums auf 760 mm u. 0°.

V_o = das Volum bei 0°
V_t = das Volum bei t°
α = eine Konstante = 0,00366

oder $$V_o = \frac{V_t}{1 + \alpha t}.$$

Ferner verhält sich das Volum aller Gase umgekehrt wie der auf ihnen lastende Druck.

Sind V_b das Volum beim Druck b
$V_{b,}$ das Volum beim Druck b,

so ist $V_b : V_{b,} = b_, : b$ oder $V_b = \frac{V_{b,} \cdot b_,}{b}$ und $V_{b,} = \frac{V_b \cdot b}{b_,}$

Ist also z. B. bei Temperatur t und Barometerstand b eine Beobachtung gemacht und soll das Volumen V_{tb} auf $V_{0\,760}$ d. h. auf das Volumen bei 0° und 760 mm reduzirt werden, so geschieht dies nach der einfachen Formel

$$V_{0\,760} = \frac{V_{tb} \cdot b}{(1 + \alpha t) \cdot 760}$$

Beispiel. Gewicht der leeren Flasche 4050 g (im Versuchsbeginn ermittelt).
Gewicht der vollen Flasche 8050 g (am Schluss des Versuchs ermittelt).
4000 cbcm = Flaschenvolum.
Barometerstand während des Versuches 740 mm bei 17°, also = 738 bei 0°.
Temperatur der Luft an der Entnahmstelle 25,0°.
Flaschenvolum — 100 cbcm Barytwasser bei 25° = 3900 cbcm.
Flaschenvolum — 100 cbcm Barytwasser bei 0°

und 760 Barometerstand $= \frac{3900 . 738}{(1 + 0{,}00366 . 25) . 760} = 3469.$

25 cbcm Barytwasser verbrauchten vor dem Versuch 24,0 cbcm Oxalsäure.
25 cbcm Barytwasser verbrauchten nach „ „ 21,5 cbcm „

Also wurde in 25 cbcm Barytwasser durch Kohlensäure eine
Menge entsprechend 2,5 cbcm Oxalsäure
$= \frac{2{,}5}{4}$ cbcm Kohlensäure gesättigt.

Demnach absorbirten 100 cbcm Barytwasser $4 . \frac{2{,}5}{4} = 2{,}5$ cbcm CO_2

3469 cbcm Luft bei 0° und 760 mm enthalten 2,5 cbcm CO_2 bei 0° und 760 mm,

d. h. $3469 : 2{,}5 = 1000 : x = \frac{2500}{3469} = 0{,}72$ ‰.

Um die Mühe dieser Ausrechnungen zu erleichtern, sind mehrfach Tabellen konstruirt, von denen die weitaus bequemsten von Baumann (Tafeln zur Gasometrie, München 1885) direkt $\frac{b}{760 (1 + 0{,}00366 . t)}$ für alle Barometerstände von 640 bis 780 mm und von — 2 bis + 32° abzulesen gestatten. Das praktische und billige Büchlein (3 Mk.) enthält daneben noch eine Reihe anderer angenehmer und nützlicher Tabellen.

Uffelmann's neueste Abänderungsvorschläge für die CO_2-Bestimmung (Archiv für Hygiene, VIII.) sind kaum Verbesserungen oder Erleichterungen; interessant ist, dass das Titriren in's trübe Barytwasser nach 24 stündigem Stehen des kohlensauren Baryts kaum mehr einen Fehler bedingt, da nur frisch gefälltes $BaCO_3$ nennenswerth von Oxalsäure zersetzt wird.

§ 130. Handelt es sich darum, den mittleren Kohlensäuregehalt einer Luft während eines längeren Zeitraumes kennen zu lernen, oder Luft an Stellen zu untersuchen, wo man nach der beschriebenen Methode nicht gut hingelangen kann, so verfährt man folgendermassen (Fig. 66):

Pettenkofer's Röhrenmethode.

Mit Hilfe des Aspirators *A* lässt man die Luft, die man mittelst eines Rohres an der gewünschten Stelle entnimmt, langsam in durch einen Quetschhahn gut regulirtem Strom, in kleinen aber dichten Perlen durch die schief stehenden, mit Barytwasser gefüllten Pettenkofer'schen Röhren streichen, wobei die Kohlensäure absorbirt wird. Die kleinen Pettenkofer'schen Röhren fassen meist 100 cbm, die grösseren 250; stets sollte man 2 Röhren hintereinander einschalten. Die kleinen Röhren genügen dabei meist, doch empfiehlt es sich oft, bei der Untersuchung von Bodenluft u. s. w. etwas stärkeres Barytwasser zu nehmen, etwa 10 g Baryumhydrat pro Liter; die Oxalsäure kann dann auch doppelt so stark d. h. 1 cbcm = ½ cbcm CO_2 genommen werden, also 2,808 g pro Liter.

Um den Apparat in Gang zu setzen, füllt man zuerst in die Röhre das exakt abgemessene Barytwasser ein, steckt den Gummistöpsel mit dem offenen Glasrohre ein, verbindet die Kugel mit dem Aspirator, endlich das im Kautschukstöpsel steckende Rohr mit der Entnahmeröhre. Jetzt kontrollirt man die Neigung des Rohres, die so sein muss, dass die Kugel und das zunächst gelegene Stückchen Rohr nicht mit Barytwasser gefüllt sind, öffnet vorsichtig den Quetschhahn des Ablaufrohres des Aspirators und lässt, während die Luft in ununterbrochener Folge feiner Blasen[1]) durch das Barytwasser tritt, das ausfliessende Aspiratorwasser in untergesetzte Mess- oder Wiegegefässe laufen.

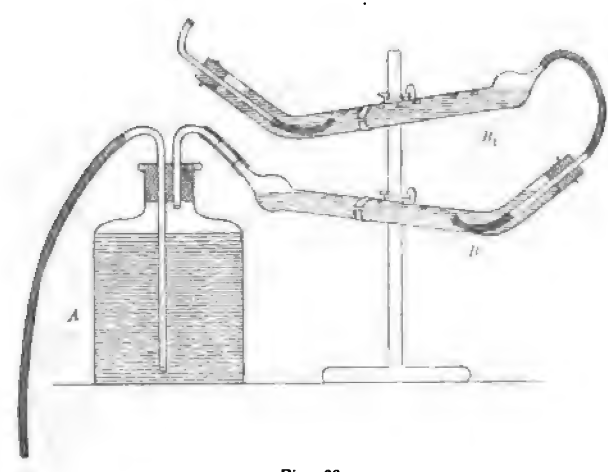


Fig. 66.
Kohlensäurebestimmung mit der Pettenkofer'schen Röhre.

Ist die Röhrenleitung lang, die zur Barytröhre führt, so wird man zweckmässig ohne Einschaltung der Absorptionsröhre erst eine Zeit lang den Aspirator gehen lassen, um das Zuleitungsrohr mit der zu untersuchenden Luft zu füllen. Gewöhnlich wird man 2 Versuche nach dieser Methode an einander anschliessen.

Erscheint das Barytwasser genügend getrübt (nachdem 1—4 Liter Luft durchgegangen), so schliesst man die federnde Schlauchklemme des Aspirators, nimmt vorsichtig den Gummistöpsel der ersten Röhre heraus, verschliesst diese Oeffnung mit dem Daumen der rechten Hand, löst von dem Schnabel den Schlauch, hierauf die Schraubenklemme, die die Barytröhre hält und giesst nun die geneigte Röhre durch den Schnabel unter Wegnehmen des Daumens rasch in eine Stöpselflasche, in der man absitzen lässt. Die Titrirung geschieht wie oben. Das Volum des ausgeflossenen Wassers giebt das Volum der durchgesaugten Luft bei der Temperatur *in der Flasche* an, die man meist als gleich mit der Temperatur der eintretenden Luft annimmt (Korrektion hierfür siehe S. 133). Mit Hilfe dieser Zahl und des Barometerstandes (auf 0 Grad reduzirt) wird das untersuchte Luftvolum bei 0° wie bei der Flaschenmethode berechnet und somit der Kohlensäuregehalt ermittelt.

---

1) Die feine Vertheilung der Luft wird dadurch bewirkt, dass man an das den Stöpsel durchsetzende Glasröhrchen ein Stück Schlauch steckt, das bis über die Knickung in das Barytwasser taucht und nahe unter der Oberfläche der Flüssigkeit endigt.

Beispiel. Es seien bei 10° und 720 mm (auf 0° reduzirtem) Barometerstand 2000 cbcm Luft durch die Röhren gesaugt, deren erste 150, deren zweite 100 cbcm Barytwasser enthielt. Der Titer des Barytwassers war vor dem Versuch bestimmt: 25 cbcm entsprechen 27 cbcm Oxalsäure (1 cbcm Oxalsäure = 1/2 cbcm Kohlensäure). Nach der Luftdurchleitung waren

in Röhre 1 für 25 cbcm noch 18 cbcm Oxalsäure,
in Röhre 2 für 25 cbcm noch 25 cbcm Oxalsäure nöthig.

Es war also 6 . (27 — 18) = 54 in der ersten und 4 . (27 — 25) = 8 in der zweiten zusammen 62 cbcm Oxalsäure weniger verbraucht oder 62/2 = 31 cbcm CO_2 absorbirt. — Das reduzirte Volum der Luft beträgt 1828 cbcm, der Kohlensäuregehalt 1,68 ‰.

Minimetrische Methode.

§ 131. Zu annähernden — für die hygienische Praxis in der Mehrzahl der Fälle ausreichenden — Bestimmungen hat man sogenannte „minimetrische Methoden“ ausgearbeitet. Angus Smith und später Lunge versuchten aus der Luftmenge, die zur Erzeugung eines bestimmten Grades von Trübung in klarem Barytwasser nöthig war, den CO_2-Gehalt zu erschliessen.

Es wurde zu diesem Zweck (Lunge) durch ein Barytwasservolum so oft Luft mittelst eines genau 50 cbcm fassenden Gummiballons gesaugt, bis eine bestimmte Marke (ein Bleistiftkreuz auf Papier) durch die stets gleich dicke Barytwasserschicht nicht mehr erkannt werden konnte. Der Apparat hat sich nicht viele Freunde erworben; namentlich war eine scharfe Endreaktion niemals mit demselben zu erhalten, je nach Beleuchtung, Sehschärfe etc. konnte eine bestimmte Trübung als genügend, zu stark oder zu schwach betrachtet werden.

Methode von Lunge-Zeckendorf.

In neuester Zeit haben aber Lunge und Zeckendorf die Methode in vorzüglicher Weise abgeändert, so dass sie jetzt sehr empfehlenswerth erscheint, wenn es sich um rasche Ermittelung des Kohlensäuregehaltes handelt, ohne dass eine absolute Genauigkeit nöthig wäre. Zur praktischen Brauchbarkeit gehört ferner, dass der CO_2-Gehalt der zu untersuchenden Luft nicht zu klein — nicht wesentlich unter 1 ‰ — sei, weil sonst die Versuche zu zeitraubend werden.

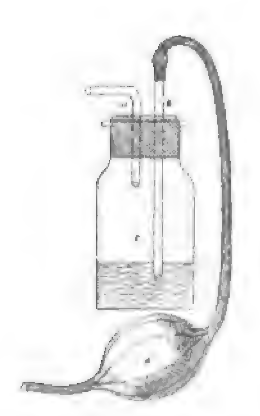


Fig. 67.
Zur minimetr. Methode Lunge-Zeckendorf.

Lunge stellt sich 1/10 Normalsodalösung her (5,3 g wasserfreie oder 14,3 g mit 10 Molek. Krystallwasser, krystallisirte Soda), werden zu 1 Liter gelöst und 0,1 g festes Phenolphthaleïn darin aufgelöst, so dass eine dunkel violette Lösung entsteht, die sich in gut verschlossener Flasche monatelang hält.

Von dieser Flüssigkeit setzt man 2 cbcm zu 100 cbcm destillirten, ausgekochten und abgekühlten Wassers, das man sich täglich resp. für jede Versuchsreihe frisch bereitet, indem man Wasser in einem Kolben kocht und nach längerem Kochen (wenn nur noch grosse Blasen aufsteigen) mit Gummi gut verstopft erkalten lässt. Nachdem man den Apparat (Fig. 67) in leerem Zustande durch mehrfaches Zusammendrücken und Erschlaffenlassen des Gummiballons mit der zu untersuchenden Luft gefüllt hat, füllt man 10 cbcm des verdünnten Reagens hinein, presst den Inhalt des Ballons (70 cbcm) langsam durch die Flüssigkeit und schüttelt, nachdem man den Schlauch mit den Fingern

komprimirt, 1 Minute lang tüchtig die Flasche. Unterdessen füllt sich der Ballon von neuem, und es wird nun so lange durchgeblasen und jedesmal 1 Minute geschüttelt, bis die violette Farbe einer gelblichen Platz macht.

Lunge giebt folgende Tabelle bei der Anwendung von 1/500 Normalsodalösung.

48 Füllungen	= 0,3 °/oo	13 Füllungen	= 0,8 °/oo	6 Füllungen	= 1,5 °/oo
35 „	= 0,4	10 „	= 0,9	5 „	= 1,8
27 „	= 0,5	9 „	= 1,0	4 „	= 2,1
21 „	= 0,6	8 „	= 1,2	3 „	= 2,5
17 „	= 0,7	7 „	= 1,4	2 „	= 3,0

Herr Dr. Fuchs, der die ganze Methode unter meiner Leitung eingehend prüfte und mit der Flaschenmethode verglich, fand, wie vorauszusehen, dass diese schwache Lösung in unreiner Luft zu unsichere Resultate ergiebt, weil oft eine Ballonfüllung oder ein Bruchtheil derselben Entfärbung hervorbringt. Er erhielt aber mit einer doppelt so starken Lösung, 4 cbcm der Stammsodalösung auf 100 cbcm Wasser, sehr gute Resultate und zwar entsprachen rund:

16 Füllungen	= 1,2 °/oo	5 Füllungen	= 3,0 °/oo
8 „	= 2	4 „	= 3,6
7 „	= 2,2	3 „	= 4,2
6 „	= 2,5	2 „	= 4,9

Für schwach verunreinigte Luft (in gut ventilirten, wenig bewohnten Räumen) empfiehlt sich demnach die schwache, für schlechtere hygienische Verhältnisse die stärkere Lösung. Natürlich wird eine solche Bestimmung nur für praktische Zwecke, wo Fehler bis zu 10 °/o des Resultats nicht von wesentlichem Belange sind, zulässig sein, jedoch in der Hand des Schularztes, Fabrikinspektors etc. sehr gute Dienste leisten. (Näheres über den Hergang des Reaktion Lunge u. Zeckendorf, Zeitschr. f. angewandte Chem. 1888. H. 14 u. 1889. H. 1.)

3. Nachweis und Bestimmung von chemischen Bestandtheilen in der Luft, die nur in geringer Menge vorhanden sind.

§ 132. Ueber die in geringer Menge in der Luft im Freien nachgewiesenen und ihrer hygienischen Bedeutung nach z. Th. ganz unbekannten Beimengungen müssen folgende Andeutungen genügen (Näheres in Flügge: Lehrbuch der hyg. Untersuchungsmethoden):

1. **Ozon** = O_3. Ein Sauerstoffmolekül von 3 Atomen, das leicht unter Abspaltung von 1 Atom freien, sehr oxydationsfähigen Sauerstoffs in gewöhnlichen Sauerstoff (O_2) übergeht. Auf sein Vermögen aus Jodkalium Jod frei zu machen: Ozon.

$$2\,KJ + H_2O + O_3 = 2\,KOH + O_2 + J_2$$

hat man früher (Schönbein) nicht nur den qualitativen Nachweis, sondern auch eine quantitative Bestimmungsmethode begründet. Man hängte Jodkaliumkleisterpapierstreifen (Filtrirpapier wird in dünnen Kleister getaucht, in dem ein wenig Jodkalium gelöst ist) in den zu untersuchenden Raum und schätzte aus ihrer Verfärbung in bestimmter Zeit (je mehr Jod frei gemacht wurde, desto

dunkler blau wurde das Papier durch Bildung von blauer Jodstärke) die Ozonmenge. Aber selbst wenn man mit Wolffhügel (Zeitsch. f. Biol. B. 11) die gröbsten Fehler dieser Methode (bei Wind streicht mehr Luft an dem Papier vorbei als bei ruhender Luft; Sonnenlicht bleicht gebläutes Papier) ausschliesst und so verfährt, dass man über ein trockenes Jodkaliumstärkepapier eine bestimmte Menge der betreffenden Luft unter Lichtabschluss herübersaugt und dann nach Befeuchten die Färbung des herausgenommenen Papieres mit einer Skala vergleicht, erhält man keine exakten Resultate. Es geben nämlich Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2), salpetrige Säure (N_2O_3), die stets vorhanden sind, dann das seltener vorhandene Chlor, endlich flüchtige organische Säuren gleiche Blaufärbung, während Schwefelwasserstoff und schweflige Säure entgegengesetzt wirken resp. die Blaufärbung zerstören. Auch der Wassergehalt der Luft ist von Einfluss; feuchte Luft bläut viel stärker als trockene. Etwas besser ist der Ozonnachweis durch Braunfärbung farblosen Thalliumoxydulpapiers, doch ist auch diese Reaktion neben den O_3 auch dem H_2O_2 eigen.

Zur Unterscheidung von O_3 und N_2O_3 verwendet man neben dem Jodkaliumstärkepapier einen mit Jodkaliumlösung getränkten, völlig neutralen (violetten) Streifen Lackmuspapier. Letzterer bläut sich durch die gebildete KOH nur bei Anwesenheit von Ozon; N_2O_3, Cl etc. röthen, bleichen oder lassen die Farbe unverändert.

Wasserstoffhyperoxyd.

Ueber Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2) in der Luft existiren bisher von Hygienikern keine Untersuchungen. Es fehlt nie in der Luft, ist besonders in Regen, Hagel und Schnee deutlich nachweisbar. Es bläut ebenfalls Jodkaliumkleister, aber ohne Zusatz von Eisenvitriol nur sehr langsam in mehreren Stunden — im Gegensatze zu Ozon. Eine schöne qualitative Reaktion ist folgende:

Zu der mit etwas Schwefelsäure angesäuerten H_2O_2 enthaltenden Flüssigkeit setzt man einen Tropfen einer 1%igen Lösung von chromsaurem Kali, etwas Aether und schüttelt um. Der Aether färbt sich jetzt prachtvoll blau durch Ueberchromsäure, wenn auch nur wenig H_2O_2 vorhanden ist. Je weniger H_2O_2 vorhanden ist, um so weniger Kaliumchromat darf man nehmen. — Nach den Untersuchungen von Schöne (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. XI. XIII. XVII.) scheint die Mehrzahl der bisherigen Angaben über Ozon sich eigentlich auf Wasserstoffsuperoxyd zu beziehen und bisher mit der atmosphärischen Luft noch keine Reaktion gelungen zu sein, die nur auf Ozon bezogen werden könnte.

Spuren anderer Gase in der freien Luft.

Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure finden sich zwar überall und konstant in der freien Luft, namentlich in den dem Boden nahen Luftschichten, aber in solch minimen und hygienisch unwichtigen Mengen, dass hier auf die Bestimmungsmethoden nicht eingegangen werden kann. Schweflige Säure kann in der Stadtluft, durch die Feuerungsanlagen produzirt, meist nachgewiesen werden (vergl. p. 154), am deutlichsten, wenn man Schnee untersucht. Sendtner fand in 1 Kilo frischen Schnee's 7 mg Schwefelsäure, in altem Schnee bis 91 mg. Es ist hier die schweflige und Schwefelsäure zusammen als Schwefelsäure bestimmt, in Wirklichkeit ist etwa 50—95% in der Form von Schwefelsäure, die übrige als schweflige Säure vorhanden.

Viel wichtiger als in der freien Luft ist in der Luft von Arbeitsräumen, Fabriken u. s. f. die Untersuchung auf hygienisch wichtige Gase und Dämpfe.

Organische Substanz.

§ 133. **Organische Substanz.** Uffelmann hat kürzlich (Arch. f. Hyg., VIII) eine Methode zur Bestimmung der organischen Substanzen in der Luft angegeben, die ihm ungemein brauchbare Resultate lieferte. Er unterscheidet staubförmige und gasförmige organische Substanz; erstere filtrirt er in Glaswolle

ab, letztere soll durch 10 cbcm einer äusserst verdünnten Kaliumpermanganatlösung (1 cbcm entspricht 0,0787 mg Oxalsäure und liefert 0,01 mg Sauerstoff) absorbirt werden. Die abfiltrirte Substanz wird nach Beendigung des Versuches auch mit verdünnter Permanganatlösung gekocht und beide Permanganatlösungen mit Oxalsäure (1 cbcm = 0,0787 mg Oxalsäure) titrirt; die Ausführung ist die gleiche wie bei der Bestimmung der organischen Substanz im Wasser.

Die Methode leidet an erheblichen Mängeln: unter anderem interessiren die organischen Staubpartikelchen wenig und werden von Permanganat sehr ungleich angegriffen; die organischen Gase werden jedenfalls nur unvollständig von der kalten, sehr verdünnten Permanganatlösung aufgenommen; es ist die Durchleitung von 10—20 Liter Luft in 2—4^h nöthig, um überhaupt nennenswerthe Einwirkungen zu erhalten, und endlich „kann ein Zuviel oder Zuwenig von 0,05 cbcm Oxalsäurelösung schon das Resultat um 20—30% zu hoch oder niedrig gestalten". Zur Orientirung, bis bessere Methoden gefunden sind, mag die Methode angewendet werden, vorläufig eignet sie sich aber kaum für die Verwendung in der Praxis.

Die Kenntniss der einzelnen organischen Ausscheidungsstoffe des Menschen durch Haut und Lunge sind noch sehr gering, das behauptete flüchtige Alkaloid in der Exspirationsluft (Würtz, Brown Séquard und d'Arsonval) ist bisher nicht sicher dargethan, nur geringe Mengen Ammoniak; aus dem Schweisse gelangen geringe Mengen von Fettsäuren, aus den Darmgasen neben Wasserstoff und Kohlenwasserstoffen Spuren von Fettsäuren, Schwefelwasserstoff und Skatol in die Luft.

§ 134. **Kohlenoxyd CO.** Der Nachweis gründet sich auf die Fähigkeit des Hämoglobins, mit Kohlenoxyd eine Verbindung von charakteristischen Eigenschaften zu bilden. Kohlenoxyd.

Nachweis nach Vogel. Man bringt in eine geräumige (am besten ca. 10 Liter) Flasche durch den Blasebalg Luft des zu untersuchenden Raumes, giebt 10 cbcm einer bis zur blassrothen Farbe (300 fach) verdünnten Blutlösung hinzu, verschliesst die Flasche mit einer Kautschukkappe, schwängt, ohne zu schütteln, wie bei der Kohlensäurebestimmung schwach, aber lange um (ca. $^1/_2{}^h$) und giesst dann die Flüssigkeit in ein Reagenzglas. Beim Vorkommen von CO fällt gegenüber einer Kontrollprobe des ursprünglichen Blutes schon jetzt oft ohne Weiteres eine bläuliche Nuance auf, die sehr charakteristisch ist. Nun bringt man die beiden Blutproben vor das Spektroskop. Nachweis nach Vogel.

Bei stärkerem CO-Gehalte vermag man, wenn man eine Skala oder ein Vergleichsprisma am Apparate besitzt, ohne weiteren Zusatz zu erkennen, dass zwar beide Proben 2 Spektralbänder zeigen, dass aber das linke im gelb gelegene Band des CO-Hämoglobins etwas näher am rechten liegt als beim Sauerstoffhämoglobin. Setzt man nun zu beiden Lösungen ein paar Tropfen gelbes Schwefelammonium oder Stokes'sche Flüssigkeit (weinsaures Eisenoxydulammoniak[1]), so verschwinden im Sauerstoffhämoglobin die 2 Streifen und an

[1]) Stokes'sche Flüssigkeit: Man löst etwas schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) in Wasser, setzt feste Weinsäure bis zum Entstehen eines starken Niederschlages zu und löst dann denselben durch Zusatz von überschüssigem Ammoniak zu einer schwarzgrünen Flüssigkeit.

ihre Stelle tritt ein breites, verwaschenes des reduzirten Hämoglobins, während im Kohlenoxyd-Hämoglobin die beiden Streifen bestehen bleiben, da diese Verbindung der Reduktion widersteht. So lässt sich noch ein Kohlenoxydgehalt der Luft von $2\frac{1}{2}$ ‰ nachweisen.

Bedingung zum Gelingen des Versuches ist genügende Verdünnung des Blutes; ist die Lösung zu konzentrirt, so entsteht auch in der kohlenoxydhaltigen Probe durch das Reduktionsmittel eine so grosse Menge reduzirten Hämoglobins, dass der Raum zwischen den Kohlenoxydstreifen ausgefüllt erscheint. Es muss wenigstens 28 % des vorhandenen Hämoglobin an Kohlenoxyd gebunden sein, um Letzteres nachweisen zu können.

Nachweis nach Fodor.

Um die Methode empfindlicher zu machen ($\frac{1}{2}$ cbcm Kohlenoxyd in 10 Liter Luft nachweisbar, d. h. 0,05 ‰) hat Fodor (D. Vierteljahrsschr. für öff. Ges.-Pflege B. 12) sie wesentlich komplizirt. Gegen dieselbe ist aber einzuwenden, dass sie auf dem bedenklichen Prinzip beruht, CO durch den schwarzen Niederschlag von metallischem Palladium zu erkennen, den dasselbe in einer Palladiumchlorürlösung erzeugt, während zahlreiche andere Substanzen, die nur z. Th. durch die sinnreiche Versuchsanordnung sicher ausgeschlossen werden, z. B. Acetylen und andere Kohlenwasserstoffe ähnlich reagiren.

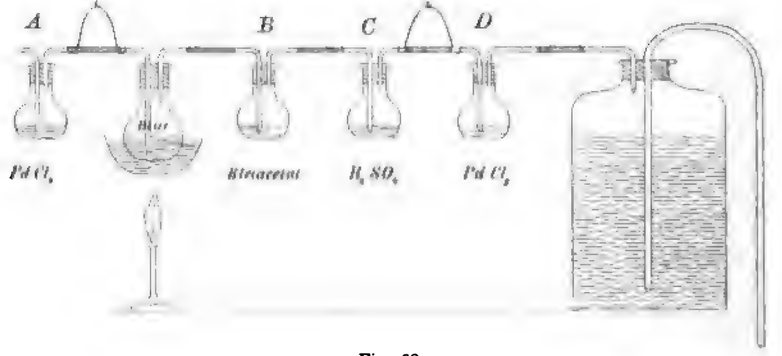


Fig. 68.
Kohlenoxydnachweis nach Fodor.

Es wird mit der verdächtigen Luft eine grosse Flasche (c. 10 Liter) gefüllt, das CO durch verdünntes Blut wie oben absorbirt und nun beistehender Apparat in Thätigkeit gesetzt durch Oeffnen der Klemmschraube des Aspirators und Erwärmen des Wasserbades, in dem die Blutlösung steht. Der Luftstrom, der durch Durchgehen durch $PdCl_2$ (Kölbchen *A*) von allen Palladium reduzirenden Substanzen befreit wird, nimmt aus dem kochenden Blut verschiedene Gase mit. Das mit Bleiacetat gefüllte Kölbchen *B* hält etwaigen Schwefelwasserstoff, das mit Schwefelsäure beschickte Kölbchen *C* etwaiges Ammoniak zurück, die beide in $PdCl_2$ zu Niederschlägen Anlass geben. Etwaiges CO passirt dagegen *B* und *C* und kommt erst in dem $PdCl_2$, Kölbchen *D*, zur Wirkung, woselbst es eine erst schwärzlichbraune, dann schwarze Verfärbung der gelben Flüssigkeit zu Stande bringt unter Abscheidung eines dunklen Niederschlages von Palladiummetall.

Nachweis nach Kunkel und Welzel.

In neuester Zeit hat Welzel[1]) bei Kunkel eine höchst einfache Methode ausgebildet, die jedenfalls wenigstens so viel wie die Vogel'sche leistet, ohne ein Spektroskop zu erfordern — die also die Methode der Praxis zu sein verdient.

---

[1]) Welzel: Ueber den Nachweis des Kohlenoxydhämoglobins. Verh. der phys.-med. Gesellsch. in Würzburg. XXIII. Bd. N. 3, 1889. Hier auch grosse Litteraturübersicht.

Absorbirt man in einem Luftvolum von ca. 10 Liter durch 20 cbcm einer 20 %igen Blutlösung das Kohlenoxyd wie oben und versetzt nun dieses Blut sowohl wie eine Kontrollösung mit verschiedenen Eiweissfällungsmitteln, so erhält man verschieden gefärbte Niederschläge; bei beiden Lösungen sind sie röthlich, doch im Kohlenoxyd-Blut mehr gegen das weisslichbläuliche, in der Kontrollprobe gegen das gelbe oder braune hin.

Als beste unter den zahlreichen durchprobirten Reaktionen empfiehlt Welzel (die angegebenen Farben beziehen sich auf geringen CO-Gehalt):

1. Zu 5 cbcm der Blutlösung setzt man 15 cbcm 1 %ige Tanninlösung und schüttelt um, wodurch ein Niederschlag entsteht. Die Trübung setzt sich langsam ab, nach $1-2^h$ ist die anfängliche Farbendifferenz sehr deutlich, noch ausgesprochener nach $24-48^h$. Jetzt ist in kohlenoxydhaltigem Blute ein bräunlichother, in gewöhnlichem Blute ein graubrauner Niederschlag zu sehen. Noch 10 Monate lang dauert diese Farbenverschiedenheit an.

2. Zu 10 cbcm der Blutlösung fügt man 5 cbcm 20 %iger Ferrocyankaliumlösung und 1 cbcm Essigsäure (1 Vol. Eisessig + 2 Vol. Wasser): Sehr bald wird der Niederschlag im kohlenoxydhaltigen Blute rothbraun, im Sauerstoffhämoglobin graubraun. In 2—6 Tagen ist aber diese Farbendifferenz verschwunden, schon in $^1/_2{}^h$ ist sie vermindert. — Welzel hat nach beiden Verfahren noch 0,023 ‰, d. h. $^1/_4$ cbcm Kohlenoxyd in 11 Liter Luft nachgewiesen.

Quantitative Kohlenoxydbestimmungen in Luft sind schwierig und nur auszuführen, wenn der Gehalt nicht zu klein ist (vgl. Sudakoff Arch. f. H. Bd. V). Quantitative Bestimmung des CO.

Das Kohlenoxyd in der Luft stammt oft aus Leuchtgas und ist im Leuchtgas die hygienisch wichtigste und für den Nachweis bedeutsamste Substanz. Die riechenden Substanzen im Leuchtgas (Acetylen, höhere Kohlenwasserstoffe, organische Schwefelverbindungen) verrathen die Gefahr nur, wenn die Ausströmung frei in die Luft erfolgte; bei Rohrbrüchen absorbirt die Erde die riechenden Substanzen erst vollkommen, in späteren Portionen tritt ein eigenthümlich aromatischer Geruch hervor und erst, wenn die Absorptionskraft des Bodens erschöpft ist, kommt der charakteristische „Gasgeruch" zur Wahrnehmung. — Leicht ist Kohlenoxyd auch im Cigarrenrauch nachweisbar. Leuchtgas. Verhalten zum Boden.

§ 135. Vorbemerkung. Alle in diesem Paragraph aufgeführten Gase absorbirt man aus der Luft durch mit geeigneter Absorptionsflüssigkeit gefüllte Glasapparate, von denen die Will-Varrentrapp'sche Birne (Fig. 69) und die Péligot'sche Röhre (Fig. 70) besonders beliebt sind. Das Ansaugen der Luft geschieht mittelst Aspirator; nach Beendigung des Versuches werden die Absorptionsapparate in ein Becherglas ausgegossen und mit Wasser 2—3 Mal nachgespült. Für den qualitativen Nachweis wird, wo nichts besonderes bemerkt ist, meist das Geruchsorgan und etwa das Aufhängen feuchter Lackmuspapierstreifchen genügen oder man wählt eine Methode, die sich an die quantitative Bestimmung anschliesst. Ist die Konzentration einigermassen stark, so wird Andere Gase.

man 2 Absorptionsapparate hintereinander einschalten. Tabelle VII erlaubt die gefundenen mg Gas in cbcm resp. in pro mille des Volums umzurechnen.

Salzsäuregas, Chlorwasserstoff.

Salzsäuregas (HCl). Absorption in 5—10 %iger Natronlauge, die frei von Chlornatrium sein muss. Genaue Neutralisirung des Birneninhaltes unter Hineinwerfen eines kleinen Stückchens Lackmuspapier mittelst verdünnter chlorfreier Salpetersäure. Titriren der so entstandenen neutralen Kochsalzlösung mit $^1/_{100}$ normaler Silbernitratlösung (vergl. Wasseranalyse). Ist die zu titrirende Flüssigkeit sehr arm an HCl, so habe ich es besser gefunden, derselben eine bestimmte Menge z. B. 10 cbcm einer Chlornatriumlösung zuzufügen, die allein etwa 10 cbcm Silberlösung verbraucht, und die absorbirte Salzsäure aus der Titerzunahme zu bestimmen.

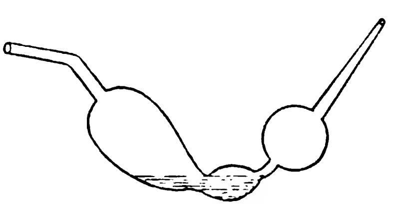


Fig. 69. Will-Varrentrapp'sche Birne.

Fig. 70. Péligot'sche Röhre.

(Beide Apparate sind zum Versuche etwas stärker zu füllen, als hier gezeichnet.)

Schweflige Säure.

Schweflige Säure (SO_2). Absorptionsflüssigkeit 20 %ige Kalilauge. Titrirung möglichst rasch nachher mit Permanganat (Mori-Pettenkofer, Arch. f. Hygiene, II) oder noch bequemer Absorption in Jodlösung, Titrirung mit Natriumhyposulfit. Hier wird nur die letztere Methode besprochen:

Nothwendige Lösungen: 1) $^1/_{10}$ normal Natriumhyposulfit = Natriumthiosulfatlösung. $Na_2S_2O_3 + 5H_2O$ ist die Formel dieses gut krystallisirenden Salzes. 248 das Molekulargewicht, 24,8 g liefern 1 Liter $^1/_{10}$ Normallösung; in der Jodometrie muss 1 cbcm einer Normallösung 1 cbcm Normaljodlösung entsprechen.

2) $^1/_{10}$ Normaljodlösung d. h. 12,65 g Jod in 1 Liter.

Die erstere Lösung lässt sich direkt durch Abwiegen und Auflösen des Natriumhyposulfits herstellen, die Jodlösung nicht, da Jod nie absolut rein und ausserdem beim Abwiegen etwas flüchtig ist. Man löst deshalb ca. 13 g Jod unter Zerreiben mit 20—25 g Jodkalium in wenig Wasser, verdünnt auf 1 Liter und hierauf weiter, bis 10 cbcm der Natriumhyposulfitlösung gerade hinreichen, um 10 cbcm der Jodlösung, die mit einigen Tropfen Stärkelösung blau gefärbt war, zu entfärben. Die Umsetzung geht nach der Formel:

$$2\,Na_2S_2O_3 + 2\,J = Na_2S_4O_6 + 2\,NaJ$$

d. h. 248 g $Na_2S_2O_3$ entfärben genau 126,5 g Jod, wobei farbloses Natriumtetrathionat und Jodnatrium gebildet wird.

Ausführung. In der absorbirenden Jodlösung vollzieht sich die Umsetzung:

$$SO_2 + J_2 + 2H_2O = SO_4H_2 + 2HJ.$$

64 mg schweflige Säure verwandeln 253 mg Jod in Jodwasserstoff oder 3,2 mg entfärben gerade 1 cbcm $^1/_{10}$ Normaljodlösung. So oft also der Titer der absorbirenden $^1/_{10}$ Normaljodlösung mit $^1/_{10}$ Normal-Natriumhyposulfit titrirt um 1 cbcm abnimmt, so oft sind 3,2 mg schweflige Säure in der Luft gewesen.

Schwefelwasserstoff weist man nach durch die Bräunung resp. Schwärzung, die ein mit Bleiacetat getränkter Papierstreifen erfährt (Bildung von schwarzem Schwefelblei PbS), oder durch die Violettfärbung eines Streifchens, das mit etwas Nitroprussidnatriumlösung und schwacher Natronlauge benetzt ist. Schwefelwasserstoff.

Zur quantitativen Bestimmung absorbirt man den Schwefelwasserstoff in einem gemessenen Volum $^1/_{10}$ Normaljodlösung und bestimmt durch Titriren mit $^1/_{10}$ Normalnatriumhyposulfit die Titerabnahme. Für die Herstellung der Lösungen vergl. Schweflige Säure. Die Reaktion ist folgende:

$$J_2 + H_2S = 2HJ + S.$$

Ein cbcm $^1/_{10}$ Normaljodlösung enthält 12,65 mg Jod und zerstört 1,7 mg Schwefelwasserstoff, also bedeutet jeder cbcm Natriumhyposulfit, den wir nach der Absorption weniger verbrauchen als zur Titrirung des gleichen Volums der ursprünglichen Jodlösung, die Absorption von 1,7 mg Schwefelwasserstoff.

Salpetrige Säure (N_2O_3) wäre wie SO_2 in Kalilauge zu absorbiren und ebenfalls mit Kaliumpermanganat zu titriren. Vergl. hierüber: Untersuchung des Wassers. Salpetrige Säure.

Chlor und Brom. Man absorbirt in 15—20 cbcm einer reinen 10%igen farblosen Jodkaliumlösung. Jedes Molekül Chlor oder Brom macht ein Molekül Jod frei: Chlor und Brom.

$$Cl_2 + 2KJ = 2KCl + J_2;$$

der gelb bis braun gewordene Birneninhalt wird in ein Becherglas ausgegossen, mit Wasser 2 Mal nachgespült und dann unter Stärkezusatz der Jodgehalt durch Titriren mit $^1/_{10}$ Natriumhyposulfit bestimmt (vergl. Schweflige Säure).

$$2Na_2S_2O_3 + J_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaJ$$

1 cbcm $^1/_{10}$ Natriumhyposulfit (24,8 g in 1 Liter) bindet 12,65 mg Jod, entspricht somit 7,98 mg Brom oder 3,54 mg Chlor. Bei dem geringen Gehalte der Fabrikluft an diesen Gasen wird man meist besser mit $^1/_{50}$ oder $^1/_{100}$ Natriumhyposulfit titriren.

Joddampf. Man titrirt hier ganz genau wie bei Chlor und Brom; nur braucht das Jod nicht erst in der Jodkaliumlösung andere Substanzen frei zu machen, sondern es wird direkt vom JK absorbirt. Jod.

Ammoniak. Absorption in 20 cbcm $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure. Man titrirt nachher die Schwefelsäure mit Barytwasser oder verdünnter Natronlauge und berechnet aus der Titerabnahme die gebundene Ammoniakmenge. Indikator: Lackmus oder Rosolsäure. Ammoniak.

Haben wir die Schwefelsäure mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge titrirt, also vor dem Versuche 20 cbcm zur Sättigung von 20 cbcm Schwefelsäure verbraucht, nach dem Versuche aber nur 17 cbcm, so ist eine Ammoniakmenge, die 20—17 = 3 cbcm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge äquivalent ist, absorbirt d. h. 3 . 1,7 = 8,5 mg NH_3.

Quecksilber.

§ 136. Auf **Quecksilberdampf** untersucht man (Renk, Arb. aus dem Gesundheitsamt, Bd. V) eine Luft, indem man sie langsam durch eine mit Wattepfropf versehene Glasröhre zur Zurückhaltung von Staub aspirirt (20 Liter per Stunde) und hierauf durch 3—4 leichte, hintereinander eingeschaltete Kölbchen streichen lässt, die mit Blattgold gefüllt sind. Die Kölbchen waren vorher getrocknet und zusammen gewogen, nach Beendigung des Versuches leitet man mit Schwefelsäure getrocknete Luft durch und wiegt wieder.

Der qualitative, höchst empfindliche Nachweis — dem Anfänger wird der quantitative nicht leicht gelingen, da 1 cbm Luft meist nur 1—2 mg Quecksilber enthält — wird so gemacht: Man erhitzt in einem horizontal gehaltenen, ganz reinen Reagenzglase das Blattgold aus den beschriebenen Kölbchen, oder blanke Kupferblechstreifen, die längere Zeit in der zu untersuchenden Luft hingen. Im kühlen Theile des Rohres bildet sich ein grauer Anflug von metallischem Quecksilber, der, wenn man ein sehr kleines Körnchen festes Jod in das noch heisse Rohr hineinwirft, eine rothe Farbe annimmt (HgJ_2 = Jodquecksilber). Da organische Substanz die Reaktion stört, so bringt man z. B. auf Quecksilber zu untersuchenden Staub (den Wattepfropf bei obigem Versuch) in Salpetersäure und schlägt das so gelöste Quecksilber auf einem blanken Kupferblech, das man hineinhält, nieder. Erst mit diesem wird dann die Jodprobe gemacht.

Die Methoden, einen Gehalt der Luft an Schwefelkohlenstoff, Anilin, Nitrobenzol und anderen träger reagirenden Verbindungen zu ermitteln, sind noch nicht genügend ausgebildet, um hier erwähnt zu werden.

III. Untersuchung der Luft auf corpusculäre Elemente.

1. Untersuchung der Menge und Art der suspendirten unbelebten Bestandtheile (Staub).

Nachweis von Staub.

§ 137. Qualitativer Nachweis von Staub nach Aitkin. Lässt man in den verfinsterten Untersuchungsraum ein Lichtbündel fallen, so erscheinen die gröberen Staubpartikel als Sonnenstäubchen gut sichtbar. Die feinsten Staubtheilchen macht man sichtbar, indem man sie mit einem Wassermantel umgiebt. Man füllt einen geräumigen Kolben mit Wasser und giesst dasselbe in dem Untersuchungsraume bis auf etwa 20 cbcm wieder aus. Auf den nun mit der fraglichen Luft gefüllten Kolben setzt man einen durchbohrten Gummipfropf, durch den ein gebogenes, beiderseits offenes, innen kurz abgeschnittenes Glasrohr gesteckt ist. Am äusseren Ende steckt ein Gummischlauch, den man in den Mund nimmt. Saugt man nun an dem Schlauche, so verdünnt sich die wassergesättigte Luft im Kolben; dünne Luft kann weniger Wasserdampf enthalten, es kondensirt sich also ein Theil derselben und zwar gerade auf den Staubtheilchen, die dadurch grösser und sichtbar werden. Am schönsten ist der Versuch im dunkeln Raume, wenn man einen Lichtstrahl auf den Kolben leitet. Es entsteht schon bei mässigem Staubgehalte eine dicke irisirende Wolke im

Kolben. — Entleert man einen ganz mit Wasser gefüllten Kolben durch einen Heber und lässt die eindringende Luft durch ein Wattefilter streichen, so bleibt die Wolkenbildung in der jetzt staubfreien Luft ganz aus.

Quantitative Bestimmung. Man aspirirt eine grössere Luftmenge durch dichte, alle suspendirten Körper zurückhaltende Filter, die man aus mehrere Centimeter dicken Schichten von Baumwolle oder Glaswolle herstellt. Die Pfröpfe stopft man in ein etwa 1—1½ cm weites Glasrohr von 5 cm Länge, an das sich ein kurzes engeres Röhrchen ansetzt. Die Filter werden sammt den Röhren vor und nach dem Gebrauche einige Stunden bis zur Gewichtskonstanz bei 100° getrocknet, die Gewichtszunahme ergiebt die Staubmenge der durchgesaugten Luft. Nur bei starkem Staubgehalte wird man mit den gewöhnlichen Aspiratoren ausreichen, meist muss man Wasserluftpumpen und ähnliche Apparate anwenden, die ein Durchsaugen grösserer Luftmengen (½ cbm z. B.) gestatten. Die Luftmenge ist in diesem Falle durch eine Gasuhr zu messen, dabei aber auf die manometrisch zu messende Luftverdünnung Rücksicht zu mehmen. Bestimmung der Art und Menge des Staubes.

Handelt es sich darum, organischen und anorganischen Staub zu trennen, so verbrennt man nach der zweiten Wägung den Baumwollpfropf und bestimmt die Asche. Zieht man von der erhaltenen Zahl das Aschegewicht eines unverstaubten Baumwollfilters von gleichem Trockengewichte ab, so kennt man das Gewicht der anorganischen Bestandtheile des Staubes. In manchen Fällen handelt es sich darum, bestimmte Metalle (Eisen, Blei, Kupfer etc.) in dem Staube zu bestimmen; man löst dann die Asche in verdünnter Salpetersäure und verfährt nach den allgemeinen Regeln der quantitativen Analyse. Vergl. Abschnitt Gebrauchsgegenstände, wo die Methoden angegeben sind.

2. Untersuchung der Luft auf Mikroorganismen.

§ 138. Handelt es sich nur darum, den Keimgehalt einer Luft darzuthun, und vielleicht eine Orientirung über den Grad des Pilzgehaltes, sowie die vorhandenen Arten zu erhalten, so genügt es, flache Schalen oder Platten mit steriler Nährgelatine aufzustellen, sie nach einer gewissen Expositionszeit (2 bis 30 Minuten) wieder zu bedecken, und die Individuen zu Kulturen auswachsen zu lassen. Die Spaltpilze scheinen meist an Substratfragmente angetrocknet in der Luft zu schweben, Schimmelpilzsporen dagegen frei. Nach Petri setzen sich auf 100 qcm Gelatineplatte in 3—5 Minuten etwa so viele Spaltpilze ab, als in 10 Liter Luft enthalten sind; Schimmelpilzsporen setzen sich schwer und in den einzelnen Versuchen ganz unregelmässig ab. Orientirung.

Quantitative Untersuchungen macht man am besten nach der von Petri ausgearbeiteten Methode. Petri filtrirt die Mikroorganismen mittelst feinen (¼—½ mm Korngrösse) ausgeglühten Quarzsandes aus einem Luftstrome ab, indem er letzteren durch ein Röhrchen leitet, das wie Fig. 71 ausgerüstet ist. Das ca. 9 cm lange, ca. 1,6 cm weite Rohr wird hintereinander mit 2 je 3 cm Petri's Methode.

dicken Sandfiltern versehen; um die Filter einfüllen zu können, bringt man erst in die Mitte des Rohres 2 „Stütznäpfchen" aus feinstem Drahtgeflecht (a_2 und a_4), füllt dann Filter S_1 ein, setzt das Näpfchen a_1 auf und den sterilen Wattepfropf w, hierauf füllt man S_2 ein und setzt a_2 und dahinter einen Wattepfropf auf und sterilisirt nun den ganzen Apparat noch 1^h bei ca. 140°. Sowie man das Röhrchen benützen will, ersetzt man den zweiten Wattepfropf durch den Stöpsel G, nimmt w weg, richtet das Röhrchen so, dass a_1 nach oben sieht und saugt nun mit Hilfe einer Wasserstrahlluftpumpe oder einer besonderen von Petri konstruirten Pumpe einen durch eine Gasuhr zu messenden bedeutenden (50—200 Liter) Luftstrom rasch (10 Liter in 1 Minute) durch. Die Schwierigkeit, diese Luftmenge genau zu messen, ist wegen des Widerstandes des Sandfilters nicht ganz unbedeutend; es muss zwischen Filter und Gasuhr ein Manometer angebracht werden, das gestattet, abzulesen, bei welcher Luftverdünnung die Gasuhr das Luftquantum gemessen hat. Begnügt man sich mit kleinen Luftmengen (10—30 Liter), so dürfte es genügen, eine genau geaichte Handluftpumpe an das Röhrchen anzusetzen und mit der Hand langsam die nöthige Anzahl Kolbenfüllung durchzusaugen, so dass jedesmal der Luftdruck wieder Zeit hat, sich im Inneren der Luftpumpe auf seine normale Grösse einzustellen.

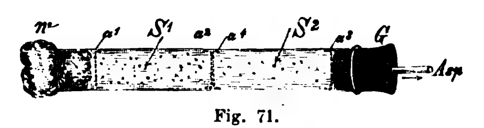


Fig. 71.
Luftuntersuchungsröhre nach Petri.

Ist das Durchsaugen beendet, so vertheilt man das Filter S_1 in einige Kulturschalen, in die man verflüssigte Gelatine giesst und gut mischt; auch das Kontrollfilter S_2 wird ähnlich behandelt, es darf aber aus ihm sich keine Kultur mehr entwickeln. Das Nähere über die Methode und ihre Geschichte siehe Petri, Zeitschr. f. Hyg., III.

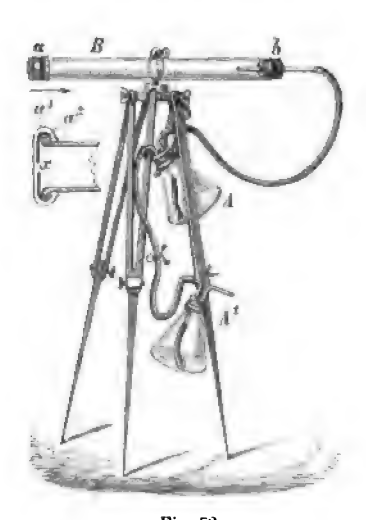


Fig. 72.
Luftuntersuchung nach Hesse.

Hesse's Methode.

§ 139. Auch die Hesse'sche Methode, bis vor Kurzem als die beste geltend, ist brauchbar und für die Praxis, trotz ihrer scheinbaren Umständlichkeit, wohl meist vorzuziehen, da die Petri'sche Methode doch Apparate erfordert, die nicht überall vorhanden sind. Man versieht eine 70 cm lange, 3—4 cm weite Glasröhre auf der einen Seite mit einem dicken durchbohrten Gummipfropf, in den man ein 1 cm weites, 10 cm langes Glasröhrchen einsteckt, das an beiden Enden mit je einem dichten Baumwollpfropf versehen ist. Ueber die andere Oeffnung der weiten Röhre zieht man eine Gummikappe (a) mit einer centralen 1 cm weiten Oeffnung (x) und darüber eine unversehrte 2. Kappe. Nachdem man den Apparat 1^h im

Dampftopfe sterilisirt hat, lüftet man den Gummipfropf, giesst 50 cbcm sterilisirte Gelatine ein, schliesst den Pfropf rasch und vertheilt unter einem sanften Strahl der Wasserleitung durch Drehen die erstarrende Gelatine wie bei der Esmarch'schen Rollplatte an den Wänden. Klemmt man die Röhre schliesslich horizontal in ein Stativ, so sammelt sich am Boden eine dickere Schicht der noch nicht ganz erstarrten Gelatine. An das Glasröbrchen setzt man jetzt einen Aspirator, lüftet die äussere Gummikappe und lässt die Luft mit einer Geschwindigkeit von 1 Liter in 2 Minuten (keinenfalls schneller) durch Oeffnen der Aspiratorklemme die Röhre durchströmen; dabei setzen sich durch die Wirkung der Schwere alle Mikroorganismen auf die Gelatineplatte ab und zwar vorwiegend im vorderen Theile der Röhre. Feinster Staub, durch Aitkin's Methode (vergl. S. 156) noch nachweisbar, bleibt allerdings suspendirt, aber in gut gelungenen Versuchen giebt der filtrirende Kontrollwattepfropf *a* in Gelatine vertheilt und zur Platte ausgegossen keine Kulturen.

Man hat auch mehrfach versucht, den Luftstrom direkt durch flüssige Gelatine zu leiten und so die Pilze zurückhalten zu lassen. Macht man die Eintrittsöffnung der Luft fein, hält bei 26° und verhindert durch einen Tropfen Oel, den man auf die Gelatineoberfläche giebt, das Schäumen, so ist die Methode gut, wenn man Sorge trägt, dass der Versuch nicht länger wie etwa $^1/_4{}^h$ dauert, damit die Mikroorganismen keine Zeit finden, sich zu vermehren. Ist der Versuch beendet, so rollt man die Gelatine nach Esmarch aus oder giesst Schalenplatten. Der Apparat lässt sich unter Benützung eines gewöhnlichen Aspirators verwenden, die beste Modifikation ist von Strauss und Würtz (Ann. de l'Inst. Past. 1888, auch C. f. B., IV).

IV. Ueber graphische Darstellung von Beobachtungsreihen.

(Anhang zur Untersuchung der Luft.)

§ 140. Sehr oft erhalten wir durch unsere Beobachtungen ein schwer übersichtliches Zahlenmaterial, das durch graphische Aufzeichnung erst Gesetzmässigkeiten erkennen lässt. Da namentlich meteorologische (und damit in Zusammenhang stehende epidemiologische) Untersuchungen zu graphischer Darstellung Veranlassung geben, so sei hier einiges darüber eingeschoben.

Zu solchen Aufzeichnungen bedienen wir uns meist eines orthogonalen Koordinatensystems, die Abscissen drücken die Zeit, die Ordinaten den zu dieser Zeit beobachteten (Temperatur, Luftdruck etc.) Werth aus. Negative Werthe werden durch abwärts, positive durch aufwärts gezogene Ordinaten versinnlicht; negative Abscissen (die die Hygiene aber kaum braucht) werden nach links vom Ursprung hin abgetragen. Die einzige Kunst bei dem Entwerfen von Kurven besteht darin, dass man den richtigen Maasstab wählt. Handelt es sich beispielsweise um eine Temperaturkurve, so ist es natürlich an sich gleichgültig, ob man für 1 Stunde, 1 Tag oder 1 Jahr die Länge 1 cm oder

Orthogonale Koordinaten.

Wahl des Maasstabes.

1 mm wählt, ebenso ob für 1°, 0,1° oder 10° eine Strecke von 1 cm oder 1 mm oder sonst eine beliebige Grösse als Ausdruck gesetzt wird. Bestimmend für den Maasstab ist einmal die Grösse des Papierblattes, zweitens die Zahl der Beobachtungen und drittens die beobachteten einzuzeichnenden Maxima und Minima. Es versteht sich, dass es nicht immer das beste ist, die Summe der Abscissen einerseits und die grösste Ordinate andererseits so gross zu machen, als es überhaupt den Papierverhältnissen nach möglich ist; gewöhnlich zieht man es vor, Kurven von einem mittelsteilen Verlaufe zu erhalten; wählt man die Abscissen zu lang, so kommen zu gedehnte, nimmt man sie verhältnissmässig zu kurz resp. die Ordinaten zu lang, so kommen zu steile Kurven zu Stande. Ofters sieht man erst während des Zeichnens, dass man den Maasstab ändern muss. Die absolute Willkür wird allerdings durch die Bequemlichkeit etwas beschränkt. Gewöhnlich verwendet man zum Kurvenzeichnen Millimeterpapier, ein karirtes Papier mit dünnen Linien in 1 mm, stärkeren in 5 mm und starken in 10 mm Abstand; man wird deswegen eine Maasseinheit, sei es Meter, Temperaturgrad, Tag oder Stunde gerne 1, 5 oder 10 mm gross machen, womit das Messen beim Aufzeichnen der Kurven in ein Abzählen verwandelt ist. Passt keines dieser Liniensysteme und muss man z. B. 2 oder 3 mm als Einheit nehmen, so zieht man sich unter Umständen zweckmässig je die 2. oder 3. Linie mit Bleistift dünn aus, um dann rasch das Einzeichnen der Kurve besorgen zu können.

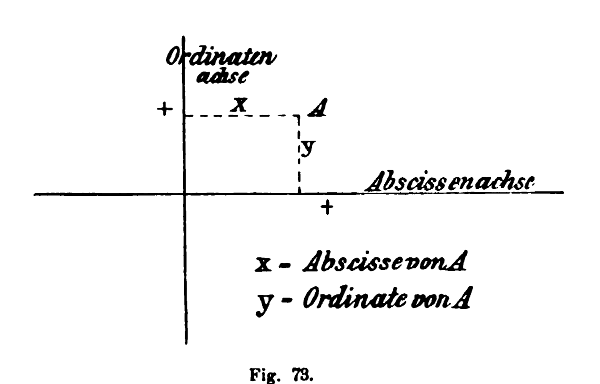


Fig. 73.
Orthogonalkoordinaten.

Millimeterpapier.

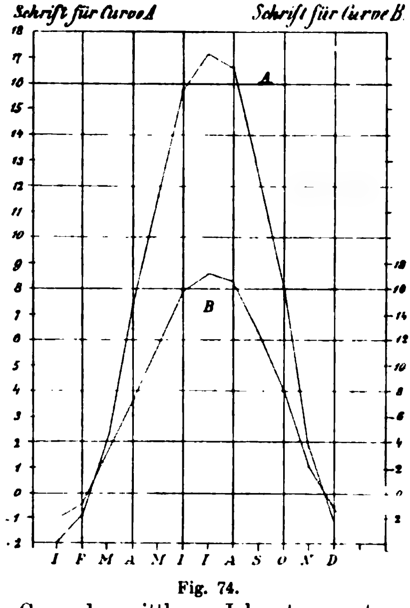


Fig. 74.
Gang der mittleren Jahrestemperatur in Bayreuth.

Einige Beispiele zeigen dies am besten:

1. Es soll der Gang der mittleren Jahrestemperatur in Bayreuth im Mittel aus 27 Beobachtungen nach Monatsmitteln aufgetragen werden. Die erhaltenen Mittelzahlen sind: (nach Renk: Die Luft. S. 22.)

Januar	— 1,9	Mai	11,6	September	12,8
Februar	— 0,9	Juni	15,8	Oktober	8,1
März	2,3	Juli	17,2	November	1,9
April	7,5	August	16,6	Dezember	— 1,4

Da 1 cm pro Monat eine 12 cm lange, also für unseren Raum zu lange Kurve geben würde, nehmen wir ¹/₂ cm pro Monat. Für 1° ist 1 cm zu lang, ¹/₂ cm möglich; die Kurve A ist unter dieser Annahme gezeichnet, noch geeigneter ist aber 1° = ¹/₄ cm, durch welche Annahme Kurve B erhalten wird. Aufgezeichnet ist letztere so, dass man die Temperaturen durch 2 dividirt und dann unter der Annahme 1° = ¹/₂ cm die Kurve auf Millimeterpapier auftrug.

2. Es soll der Gang der mittleren Temperatur im Winter und im Sommer in München graphisch nach zweistündigen Beobachtungen dargestellt werden.

Es liegen vor die Zahlen:

	Winter	Sommer		Winter	Sommer
Mitternacht	3,96°	10,11°	Mittag	4,27°	11,06°
2ʰ Vormittag	3,89	9,84	2ʰ Nachmittag	4,33	10,90
4 „	3,84	9,69	4 „	4,22	10,86
6 „	3,86	10,12	6 „	4,12	11,08
8 „	3,89	10,85	8 „	3,99	10,86
10 „	4,06	11,05	10 „	3,97	10,53

¹/₂ cm pro Monat ist wieder ganz passend. Für 1° werden wir einen möglichst grossen Werth annehmen, da die Kurven sonst sehr flach verlaufen. Zeichnen wir die 2 Kurven unabhängig von einander, so können wir jeden beliebigen Maasstab verwenden; z. B. 1° = 2 cm (die punktirten Kurven), passender werden wir aber wohl die ausgezogenen Kurven benützen, in denen zwar 1° nur = 1 cm, in denen aber der Abstand der beiden Kurven genau im Maasstab der Kurven selbst gezeichnet ist.

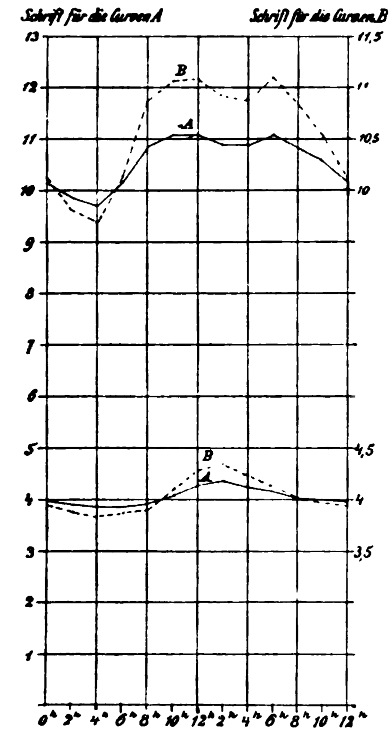


Fig. 75.
Mittlere Tagestemperatur in München im Winter (unt. Kurven) u. Sommer (ob. Kurven).

3. Es sollen die monatlichen Regenmengen des Jahres 1885 in Würzburg graphisch dargestellt werden. Da sich die Regenmengen auf eine ganze Abscissenstrecke vertheilen, so drückt man sie gerne durch eine auf der Abscisse errichtete Fläche aus; es sind (Fig. 76 a) gleichschenkelige Dreiecke gewählt, statt dessen hätte man auch Rechtecke benützen können. Man kann sich aber auch mit einer in der Mitte des auf den Monat treffenden Abscissenstückes errichteten Linie (Fig. 76 b) begnügen.

Januar	13,6
Februar	48,0
März	50,0
April	4,2
Mai	94,4
Juni	18,9
Juli	69,6
August	48,8
September	55,9
Oktober	68,4
November	58,3
Dezember	56,0
Summa	586,1

Handelt es sich um die Darstellung von Mittelwerthen mehrerer Tage, mehrerer Jahre u. s. w., so sind Doppelkurven zur Veranschaulichung der Periodicität besonders werthvoll. Man hängt einfach

die erhaltene Jahreskurve zweimal aneinander und kann somit auch den Uebergang vom Dezember zum Januar graphisch verfolgen.

Oft müssen auf das gleiche Blatt zwei ganz verschiedene Vorgänge dargestellt werden, um die Abhängigkeit beider von der Zeit und eventuell von einander verfolgen zu können; es muss dann natürlich das gleiche Ordinatenstück beispielsweise gleichzeitig a Millimeter Niederschlag und b Gramm Sättigungsdefizit bedeuten.

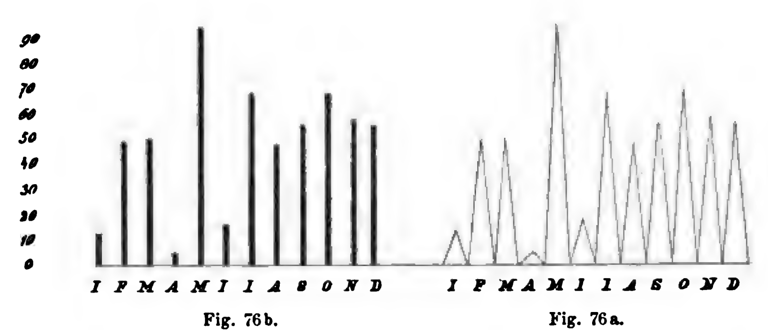


Fig. 76 b. Fig. 76 a.

Die Regenmengen des Jahres 1885 in Würzburg.

Figur 77 drückt im 28 jährigen Mittel die Niederschlagsmengen und Sättigungsdefizite für München aus. Die Doppelkurve veranschaulicht folgende Zahlen (und zwar bedeutet 1 cm Ordinate gleichzeitig 40 mm Niederschlag und 2 g Sättigungsdefizit):

München, Mittel der Jahre 1856/83 (28 Jahre).

	Jan.	Febr.	Mz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Mittlere Niederschlagsmenge in mm	35,5	29,6	48,5	55,6	95,1	111,9	108,8	104,4	68,1	53,1	50,0	42,9
Mittleres Sättigungsdefizit in Gramm	0,15	0,41	0,81	1,78	2,34	3,00	3,43	3,13	1,98	0,93	0,30,	0,20

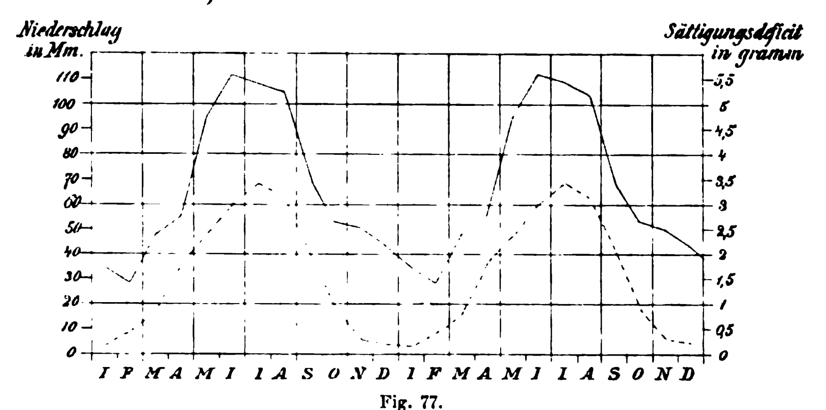


Fig. 77.

Doppeljahreskurve der Niederschläge (—) und des Sättigungsdefizits (----) in München.

Polarkoordinaten.

§ 140 a. Sehr schön zeigen auch die in sich geschlossenen Kurven, die durch Anwendung von Polarkoordinaten gewonnen werden, den cyklischen Verlauf der gesetzmässigen Naturerscheinungen. Die Ordinaten werden hier auf

Radien, die von einem Mittelpunkte ausstrahlen, aufgetragen; die Winkel zwischen den Radien drücken die Zeitabstände aus. Erstreckt sich der darzustellende Zeitraum auf ein Jahr, so kommt auf einen Monat ein Winkel von $\frac{360}{12} = 30^0$; soll nur ein Tag dargestellt werden, so ist $\frac{360}{24} = 15^0$ der einer Stunde entsprechende Winkel. Nach dieser Methode dargestellt, bei der natürlich wieder der Maasstab für die Ordinaten beliebig ist, sieht die Kurve (Fig. 77) bei ganz gleicher Ordinatenlänge folgendermassen aus (Fig. 78). Die Methode ist unpraktisch, wenn grosse Schwankungen in den einzelnen Radien resp. Monaten vorkommen; es ist dann die Wahl eines Maassstabes misslich, weil ja das Maximum in 2 entgegengesetzten Richtungen auf dem Papier Platz finden muss, wählt man aber das Maximum klein, so wird das Minimum sehr klein und die Kurve leicht undeutlich.

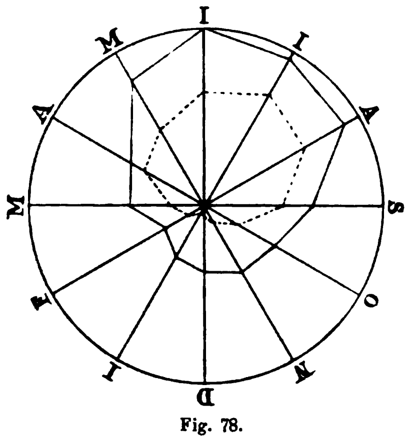


Fig. 78.
Fig. 77 in Polarkoordinaten gezeichnet.

Eine ganz besondere Bedeutung haben die Polarkoordinaten zur Darstellung sogenannter Windrosen gewonnen. Es Windrosen.
können natürlich sehr verschiedene Windrosen konstruirt werden. Die Radien verlaufen in den Hauptrichtungen der Windrose, ihre Länge bezieht sich auf irgend eine Naturerscheinung, die während der betreffenden Windrichtung eintrat und zwar je nach Angabe auf die Häufigkeit oder Stärke der betreffenden Erscheinung. So versteht man z. B. unter einer barischen Windrose eine Zeichnung, in der auf jeden Radius der Windrose eine dem jährlichen mittleren Barometerstande bei dieser Richtung proportionale Grösse aufgetragen wird. Eine barische Windrose zeigt auf einen Blick den höheren Luftdruck bei Nord- und Ostwind gegenüber dem bei Südwestwind. In einer ombrischen Windrose entspricht die Radienlänge den mittleren Niederschlagsmengen bei entsprechender Windrichtung im Durchschnitte der Jahre; man könnte aber auch Windrosen über den Zusammenhang der Windrichtung mit der Zahl der Regentage (Regenhäufigkeit) konstruiren. In ähnlicher Weise giebt es auch thermische, nephische (Bewölkungs-) etc. Windrosen.

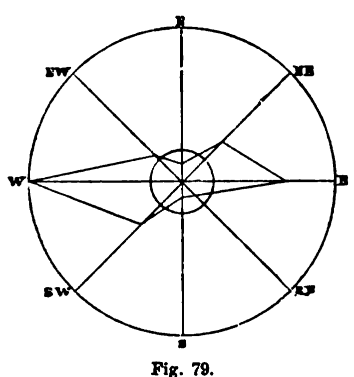


Fig. 79.
Anemographische Windrose München.

Auch anemographische Windrosen lassen sich konstruiren und zwar

zweierlei Art: Einmal giebt die Radienlänge die mittlere Intensität (dynamisch-anemographische Windrose) oder die mittlere Häufigkeit (gewöhnliche anemographische Windrose) an.

Eine Windrose letzter Art sei als Beispiel hier abgebildet.

Die Figur (Fig. 79) drückt aus: Von allen in 38 Jahren (1843—1880) in München gemachten Windbeobachtungen kommen auf die einzelnen Richtungen welche % Zahlen?

NW	3,28	
NE	11,42	
E	21,08	
SE	4,08	
S	1,78	
SW	11,20	
W	33,09	
NW	7,64	
Stille	6,54	(durch den kleinen inneren Kreis der Figur ausgedrückt).

B. Beurtheilung der Luft.

1. Die Luft im Freien.

§ 141. Die Luft im Freien hat in unseren Klimaten selten nachweisbare, direkt gesundheitsschädliche Eigenschaften; da sich ferner die Beschaffenheit der freien Luft unserer Beeinflussung entzieht, so ist das Material zur hygienischen Beurtheilung derselben recht spärlich; auch hat individuelle Anlage resp. Gewöhnung einen sehr bedeutenden Einfluss darauf, wie eine gewisse Luftbeschaffenheit empfunden wird. Endlich ist es sehr schwer, ganz isolirt die Beschaffenheit der Luft in ihrem Einflusse auf die Gesundheit zu betrachten. Im Allgemeinen lässt sich etwa folgendes sagen: Bei Windstille sind Temperaturen von — 15° bis + 25° für den gesunden, zweckmässig bekleideten und nicht schwer arbeitenden Menschen noch ohne Unannehmlichkeit zu ertragen; bei stärkerem Winde dürften etwa —5° und + 30° die Grenzen hierfür sein. Starker Wassergehalt (geringes Sättigungsdefizit) kann übrigens ruhende Luft schon von + 20° aufwärts sehr unangenehm empfinden lassen; namentlich bei angestrengter Muskelbewegung und die Wärmeabgabe störender Kleidung (Soldaten auf dem Marsche) tritt schon von etwa + 20° die Gefahr des Hitzschlages auf (Erkrankung und Tod durch Ueberhitzung des Körpers). Umgekehrt macht auch sehr grosses Sättigungsdefizit und starke Bewegung eine Luft schon bei relativ niedrigen Temperaturen (20—25°) lästig austrocknend. Vorübergehend erträgt aber der Mensch viel höhere und niedrigere Temperaturen ohne Schaden — 40 bis + 100° ja 110°; von besonderer Wichtigkeit aber für das Ertragen hoher Temperaturen ist es, dass die Luft trocken ist und die Temperaturen nicht zu grell wechseln, namentlich wenn der Körper mit Schweiss bedeckt ist.

Temperatur.

Beurtheilung eines Klima's.

§ 142. Soll ein Urtheil über ein Klima aus zahlreichen, jahrelang aufgezeichneten Temperaturbeobachtungen gewonnen werden, so sind folgende Punkte in Betracht zu ziehen resp. folgende Werthe zu berechnen:

1. Die mittlere Temperatur jedes Monats im Verlaufe der Jahre. So gewinnen wir ein Urtheil, ob das Klima warme Sommer und kalte Winter (Kontinentalklima) oder mehr gleichmässige Temperatur durch's ganze Jahr aufweist (Seeklima). Jedes Klima, das Wochen lang Temperaturen zeigt, die wesentlich unter oder über — 10 und + 25° liegen, wird wenigstens vom Ungewohnten in diesen Zeiten unangenehm empfunden und erheischt besondere Maassnahmen in Wohnung, Kleidung und der ganzen Lebensweise. Monatsmittel.

Eine kurze Charakterisirung eines Klimas giebt die mittlere Jahresschwankung, d. h. die Differenz der Temperaturen des heissesten und kältesten Monats. Mittlere Jahresschwankng.

Ein Klima mit einer mittleren Jahresschwankung bis höchstens 15° bezeichnen wir mit Supan als Aequatorial- beziehungsweise Seeklima, von 15—20° als Uebergangsklima, von 20—40° als Landklima und über 40° als excessives Landklima. Einen weiteren Anhaltspunkt zur Beurtheilung der beobachteten Temperaturen ergiebt auch folgendes. Nach Supan reicht die warme Zone beiderseits vom Aequator bis zur Jahresisotherme 20° (Linie, die alle Punkte verbindet, an denen das Jahresmittel noch 20° beträgt); die gemässigte Zone geht von der Isotherme 20° bis zur Isotherme 0°; darüber hinaus liegt die kalte Zone. Die warme Zone wird durch eine Linie, die alle Punkte verbindet, an welchen die Temperatur des kältesten Monats nicht unter 20° liegt, in eine tropische und ektropische getheilt, ähnlich die gemässigte durch eine Linie, die über alle Punkte gezogen ist, an denen der kälteste Monat nicht unter 0° liegt, in einen äquatorialen und polaren Gürtel. Deutschland liegt im polaren Gürtel der gemässigten Zone.

Sehr wenig Werth hat natürlich die mittlere Jahrestemperatur (erhalten aus der Summe der Monatsmittel dividirt durch 12) und der Gang der Tageskurve im Jahresdurchschnitte, da bei dieser Form der Mittheilung fast alles eliminirt ist, was hygienisch interessiren kann. Mittlere Jahrestemperatur.

2. Zu einer hygienischen Beurtheilung genügt aber die Kenntniss der mittleren Monatstemperaturen noch lange nicht. Ein zweiter wichtiger Punkt ist die Kenntniss der Temperaturbewegung eines Durchschnittstages (der täglichen Periode) in jedem Monat. Zu diesem Zwecke werden die Morgen-, Mittag- etc. Temperaturen für jeden Monat getrennt addirt und durch 30 resp. 31, resp. 28 dividirt. Je mehr Beobachtungsjahre zur Anfertigung dieser Mittelwerthskurven verfügbar sind, um so sicherer wird das Resultat. Gang der Temperatur eines Durchschnittstages.

Die Differenz der Temperatur der wärmsten und kältesten Tagesstunde in einem solchen Durchschnittstage nennt man periodische Tagesschwankung. Periodische Tagesschwankng.

Noch mehr als die periodische interessirt den Hygieniker die aperiodische tägliche Temperaturschwankung, d. h. die Differenz der Mittel aller Maximal- und aller Minimaltemperaturen in jedem Monat in einer Reihe von Jahren. Die aperiodische Schwankung übertrifft natürlich stets die periodische. Aperiodisch. Tagesschwankng.

Im Allgemeinen wird bei nicht allzu hohen oder allzu niederen Monatsmitteln eine geringe Schwankung der Temperaturen zu verschiedenen Tagesstunden das zuträglichste sein (Seeklima gegenüber Landklima). Wird aber die Mitteltemperatur des Tages sehr hoch, so pflegt in unseren Klimaten eine grössere Tagesschwankung, d. h. heisse Mittage und kühle Nächte (z. B. durch Gebirgseinfluss) angenehmer zu sein, als anhaltende mittelhohe Temperatur. Gegen die Tageshitze schützt die Wohnung, die Nacht-

kühle verbessert den Schlaf. Uebersteigt die Tagesschwankung allerdings 15 oder gar 20°, so kann dies unangenehm werden, z. B. Mittagstemperatur 28, Nachttemperatur 8° — wir empfinden dies namentlich auf Reisen, wo der Schutz durch die Kleidung und Wohnung uns nicht stets in der gewohnten Weise zu Gebote steht.

Auch in sehr kalten Klimaten pflegt für den Menschen eine durch Sonnenstrahlung erhöhte Tagestemperatur bei eisigen Nächten, also grosse tägliche Periode (Höhenkurorte im Winter) vor einer gleichmässig niederen Temperatur (Winter an der Küste) Vorzüge zu besitzen, insofern passende Wohnung zu Gebote steht.

Extreme Temperaturen und Temperatursprünge.

3. Aber auch die Kenntniss der durchschnittlichen täglichen Temperaturbewegung (tägliche periodische Amplitude) in jedem Monate genügt noch nicht; wir müssen ferner wissen, ob — was die meist allein mitgetheilten Mittelwerthe niemals enthüllen, was am besten aus dem Urmaterial hervorgeht — jähe Temperatursprünge im Laufe eines Tages oder weniger Tage häufig, ja vielleicht gewöhnlich sind. Anhaltspunkte zu diesem Urtheile geben:

1. die mittleren Maxima und Minima jedes Monats im Laufe der Jahre. Die höchsten Temperaturen, die jeder Monat im Laufe der Jahre gezeigt, werden addirt und durch die Zahl der Jahre dividirt, wir erhalten so das mittlere Maximum des betreffenden Monats. Aehnlich berechnet man das mittlere Minimum. Die Differenz ergiebt die mittlere (aperiodische) Amplitude der Monatsschwankung;
2. die mittlere Temperaturdifferenz von einem Tage zum anderen in jedem Monate. Man addirt zu diesem Zwecke die Temperaturunterschiede je zweier aufeinander folgender Tage durch den ganzen Monat (ganz gleich, ob der Tag wärmer oder kälter als der folgende war, ist das Vorzeichen stets positiv) und dividirt durch die Zahl der Tage. Je mehr Jahre man dazu verwenden kann, um so besser.

Zur Beurtheilung des Charakters des Klimas jeden Monats ist auch die Kenntniss der mittleren absoluten Maximal- und Minimaltemperaturen jedes Monats und jedes Jahres von Interesse; endlich mögen noch die bisher im Laufe der Jahre für jeden Monat überhaupt beobachteten Maxima und Minima erwähnt werden.

Beispiel.

Als Beispiel seien hier nach Hann die besprochenen Werthe für Wien für den heissesten und kältesten Monat angeführt. Mittlere Jahresschwankung = 22,2.

Monat	Monats- resp. Jahresmittel 100 Jahre	Die einzelnen Monats- resp. Jahresmittel weichen vom Durchschnitt ab um durchschnittlich	Mittlere Temperatur			Tägliche Temperaturschwankung		Mittlere absolute Monats- und Jahresextreme		Differenz dieser Extreme	Absolute bisher beobachtete Extreme		Durchschnittliche Veränderung der Tagestemperatur
			6h	2h	10h	1. period.	2. unperiod.						
Januar	— 1,7	2,3	— 2,3	0,3	— 1,6	2,7	4,9	9,7	—12,1	21,8	18,8	— 25,5	2,1
Juli	+ 20,5	1,3	16,9	24,3	18,9	7,9	10,1	32,6	11,0	21,6	38,8	8,0	1,9
Jahr	+ 9,7	0,74	7,1	12,9	8,8	5,9	8,0	33,9	— 15,1	49,0	38,8	— 25,5	1,9

Kurz zusammengefasst interessiren den Hygieniker von den absoluten Temperaturen einer Gegend namentlich die extremen; im Uebrigen ist es das Wichtigste zu wissen, wie plötzlich die Temperaturschwankungen in kurzen Zeiträumen verlaufen. Bei der enormen Anpassungsfähigkeit des Gesunden müssen diese Fingerzeige genügen und im Uebrigen muss auf die Handbücher der Klimatologie und Klimatotherapie verwiesen werden.

§ 143. Zur Beurtheilung der strahlenden Wärme fehlen bisher ziffermässige Angaben; jedermann weiss aber, wie sehr das Ertragen hoher Lufttemperaturen durch dieselbe erschwert, das niedriger erleichtert wird. Besonders intensiv ist bekanntlich die Wirkung der Sonnenstrahlung in den Alpen, wo die dünne und wasserarme Atmosphäre lange nicht in dem Maasse wie im Flachland Wärmestrahlen absorbirt. Die wohlthätige Wirkung der Sonnenstrahlung zeigt sich in der reichlichen Flora (gegenüber den Polarländern), in der Möglichkeit, an den Winterkurorten bei Temperaturen unter Null lange im Freien zu sitzen — die nachtheilige Wirkung zu intensiver Strahlung ergiebt sich z. B. aus den Verbrennungen der Gesichtshaut bei Gletscherwanderungen. Strahlende Wärme.

E. Frankland fand mit dem Vakuumthermometer bei der gleichen Sonnenhöhe von 60°

Im Schatten	In der Sonne	Ort	Seehöhe
30,0°	41,5°	Oaklandpark	46 m
32,2°	37,8°	Whitby	20 „
26,3°	44,0°	Pontresina	1800 „
14,2°	47,0°	Gornergrat	3140 „
6,0°	59,5°	Diavolezza	2980 „.

Sehr wichtig ist auch die indirekte Strahlung durch vorher erwärmte Felswände, ebenso die direkte Reflexion an Felsen (2 Schwarzkugelthermometer zeigen so Differenzen bis zu 10°) und Wasserspiegeln für den Menschen (Kurorte) und den Weinbau.

Rubner (Lehrbuch d. Hyg. S. 71) hat ermittelt, dass die Sonnenstrahlung in unserem Klima hinreicht, damit — unter der Annahme vollkommener Absorption der Wärme — von senkrechten Hautflächen in der Minute pro 1 qcm 0,7—0,4 Kalorien aufgenommen werden. Dies ist sehr viel, wenn man bedenkt, dass der nackte Körper bei Zimmertemperatur von 1 qcm Haut nur 0,14 Kal. durch Strahlung abgeben kann. Ferner fand er auf thermoelektrischem Wege, dass die Gesichtshaut Wärmestrahlung empfindet, wenn von einer Gaslampe 0,036 Kal. pro Minute auf 1 qcm Haut fallen; 0,059 sind bereits lästig, 0,115 in hohem Grade lästig.

Die starke nächtliche Erkaltung im Gebirge durch erleichterte Ausstrahlung ist hygienisch gleichgültiger, da die Wohnungen Schutz verleihen — verhängnissvoll dagegen natürlich für den im Freien Uebernachtenden.

§ 144. Die kleinen regelmässigen täglichen Barometerschwankungen (früh morgens Maximum, mittags Minimum) sind ohne jeden Einfluss auf unser Befinden, ja auch die grossen unregelmässigen, z. B. 20 mm in 24^h, äussern auf den gesunden Menschen keinen Einfluss. Eine Erklärung des Unwohlseins (oft typische Migräne), das manche Menschen bei niederem Barometerstande, z. B. regelmässig vor und im Beginne des Wehens des Föhns (Scirocco) heimsucht, ist zur Zeit nicht zu geben — keinenfalls ist daran der niedere Barometerstand allein Schuld, denn diese Personen fühlen sich auf Bergen wohl, auf denen der Barometerstand viel niedriger ist. Luftdruckschwankungen.

Die Verminderung des Luftdruckes auf den höheren Bergen wird etwa von 2000 m (zuweilen schon von 1000—1500) ab der Mehrzahl der nicht akklimatisirten Menschen lästig. Trockenheit der Schleimhäute (durch erleichterte Niedriger Luftdruck auf Bergen.

Wasserverdunstung), beschleunigte Respiration und Herzaktion, Schlaflosigkeit, Aufgeregtheit etc. quälen häufig den Neuling; doch tritt meist rasch Gewöhnung ein. Schwerere Krankheitserscheinungen durch Verminderung der Sauerstoffspannung (Bergkrankheit) treten meist erst von 4000 m (Barometerstand 460 mm) auf. Die Luft wirkt ebenso, wie eine mit nur 12,6 % Sauerstoff bei 760 mm. Vermehrter Stoffumsatz durch Kälte oder Anstrengung, die ein vermehrtes Sauerstoffbedürfniss erzeugen, begünstigen das Erkranken. Doch tritt auch an diese abweichenden Verhältnisse, durch Kräftigung der Athemmuskeln, angeblich auch durch Hämoglobinvermehrung vielfach Gewöhnung ein — wenigstens in Ländern, die durch ihre äquatoriale Lage in diesen Höhen noch genügende Wärme besitzen. Auf die Wirkung extrem verminderten Luftdruckes (Ballonfahrten) und bedeutender Vermehrung derselben (Arbeiten in komprimirter Luft) kann hier nicht eingetreten werden, vergl. hierfür: Renk, Die Luft, oder Paul Bert, La pression barometrique.

Barometerstand und Regenwahrscheinlichkeit. Der Barometerstand (resp. seine Schwankungen) wird bekanntlich vielfach zum Zwecke einer indirekten Beurtheilung der Regenwahrscheinlichkeit beobachtet. Die Thatsache, dass bei uns warme feuchte West- und Südwestwinde, die in der Regel Regen bringen, gewöhnlich zu Zeiten niederen Luftdruckes wehen (resp. eine Hauptursache des niedrigen Luftdruckes sind), ist so in's Volksbewusstsein übergegangen, dass allgemein aus dem Sinken des Barometerstandes auf drohenden Regen geschlossen wird — allerdings öfters mit Unrecht. Durch gleichzeitige Berücksichtigung des Wassergehaltes und der Temperatur der Luft lässt sich die Prognose mit weit grösserer Sicherheit stellen. **Wetterprognose.** Ist die Luft warm und feucht, so droht bei jeder ergiebigeren Abkühlung Regen; ist die Luft kalt, so bringt das Einbrechen eines warmen, feuchten Luftstroms wahrscheinlich Regen. Weiter bilden Wetterkarten mit graphischen Darstellungen der Isobaren (Linien gleichen Luftdruckes, d. h. auf den Meeresspiegel reduzirten Barometerstandes) und Vergleich dieser Darstellungen von Tag zu Tag wichtige Hilfsmittel bei Wettervoraussagen. Man weiss nämlich, dass Orte, gegen die sich Luftdruckminima bewegen oder vorschieben, meist Regen zu erwarten haben, und zwar um so sicherer und rascher, mit je steilerem Gefälle der Luftdruck abnimmt, resp. je näher die Isobaren auf einander folgen.

In den Maximalgebieten herrscht dagegen meist trockenes, heiteres Wetter von beständigem Charakter; die Maximalgebiete ändern auch ihre Stellung nur langsam, während Minimalgebiete sich rasch verschieben, indem sie meist das Maximalgebiet zur Rechten liegen lassen (auf der nördlichen Hemisphäre). Dies hängt damit zusammen, dass sich der Luftdruck nicht in senkrechter Richtung auf die Isobaren ausgleicht, sondern dass die Erddrehung eine Ablenkung des Windes bewirkt. Der Wind bläst so, dass, wenn man ihn im Rücken hat, das Barometermaximum nicht rein rückwärts, sondern rechts und hinten, das Minimum links vorn liegt.

Näher auf die schwierige Kunst der Wetterprognose hier einzugehen, ver-

bietet sich natürlich. Grosse Uebung und sorgfältige Beachtung lokaler Wetteranzeichen ist neben der Berücksichtigung der obigen Regeln nöthig. Vergl. hierüber Günther, Meteorologie.

§ 145. Von ebenso grosser Bedeutung für unser Befinden als Temperatur und Barometerstand ist der Wassergehalt der Luft. Flügge hat zuerst — in jüngster Zeit wieder eingehend Flügge's Schüler Deneke (Z. f. H., I.) — gezeigt, dass das Sättigungsdefizit der Luft die Grösse ist, welche die hygienische Bedeutung des Wassergehaltes der Luft am klarsten hervortreten lässt. Je mehr Wasser eine Luft noch aufnehmen kann, um so mehr Wasser entzieht sie dem Körper, das Sättigungsdefizit kann mit zunehmender Temperatur immer grössere Werthe erreichen und nur bei hoher Temperatur wirklich sehr gross sein. Wassergehalt.

Ein grosses Sättigungsdefizit wirkt in 2 Arten auf uns: Trockene Luft.

1. Einmal wird alles von der Haut abgegebene Wasser, namentlich der Schweiss, sofort verdunsten; wir empfinden Durst, Harnverminderung, Schweissmangel.
2. Zweitens werden die der Luft zugänglichen Schleimhäute (Nase, Rachen, Lippen) ausgetrocknet; sie können aufspringen, schmerzen und Eintrittspforten für Infektionserreger werden. Die Austrocknung im Rachen vermehrt noch lokal den Durst und macht ihn schmerzhaft.

Bei kalter Luft ist das Sättigungsdefizit stets sehr klein (bei 0° kann es nicht grösser als 4,9 g, bei —20° nicht grösser als 1,1 g sein), also, sollte man denken, könne kalte Luft nicht viel Wasser entziehen. Ueberlegen wir aber, dass die kalte Luft durch Erwärmung auf ca. 30° in unseren Respirationsorganen zu einer Luft mit einem sehr grossen Sättigungsdefizit wird (bis zu 30 g) und erinnern wir uns, dass die Luft immer mit Wasserdampf gesättigt ausgeathmet wird, so begreifen wir den Durst der Polarreisenden. Ebenso besitzt die gewärmte Kleiderluft ein sehr grosses Sättigungsdefizit. Immerhin ist es für die Wasserabgabe des Menschen ziemlich gleichgültig, ob bei sehr kalter Luft das Sättigungsdefizit etwas grösser oder kleiner sei, viel kann es überhaupt nicht schwanken.

Bei mittleren Temperaturen ist nichts bestimmtes über die obere Grenze des Sättigungsdefizits, das wir im Freien als angenehm empfinden, bekannt; vermuthlich sind wir nicht sehr empfindlich. In Rostock ist im Winter das durchschnittliche Sättigungsdefizit 0,4—0,5, im Sommer 4,7—5,6 (Uffelmann).

Bei höheren Sommertemperaturen kommen hohe Sättigungsdefizite vor; 8—9 g bringt nach Deneke schon eine gewisse Belästigung mit sich, während Defizite von 16—20 g, wie sie im heissen Sommer bei uns nicht selten sind, die Luft unerträglich trocken erscheinen lassen.

Viel gefährlicher als zu trockene Luft kann zu feuchte Luft werden. Bei niederen Temperaturen kann nach dem Gesagten sogar eine mit Wasser gesättigte Luft Durst erregen. Allerdings ist kalte, neblige Luft besonders unangenehm, aber nicht wegen ihres Wassergehaltes, sondern wegen der mannigfachen Schmutz- Feuchte Luft.

stoffe, die wir mit den Nebelbläschen einathmen. Ferner erleichtert wasserreiche Luft, die unsere Kleider durchfeuchtet, natürlich die Wärmeabgabe, was bei niederer Temperatur und schlechter Kleidung sehr lästig empfunden wird. Bei mittleren Temperaturen (15^0) fühlen wir uns noch, wenn wir passend gekleidet sind und nicht zu stark arbeiten, in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft (z. B. bei Regenwetter) ganz behaglich. Von dem Momente an aber, wo die Luft-Temperatur so steigt, dass zur Erhaltung unserer normalen Körpertemperatur eine Schweissekretion resp. eine Abkühlung durch den rasch verdampfenden Schweiss nothwendig erscheint, muss ein kleines Sättigungsdefizit sofort eine Hemmung der Schweissverdunstung, d. h. der Entwärmung bedeuten. Nun steigt die Körpertemperatur, namentlich wenn noch Arbeit und unzweckmässige Kleidung hinzukommt, und die Gefahr des Hitzschlages ist da.

Wie weit aber das Sättigungsdefizit sinken muss, um bei Temperaturen von 20, 25, 30^0 gefährliche Zustände zu erzeugen, darüber liegen bisher keine ziffermässigen Angaben vor.

Aus dem Gesagten geht deutlich hervor, dass das Sättigungsdefizit allein noch lange nicht zur Beurtheilung der Wirkung der Luft auf unser Befinden genügt. Dasselbe wird sehr verschieden empfunden, je nach der herrschenden Temperatur; je niedriger die Temperatur, um so gleichgültiger sind wir gegen den verschiedenen Wassergehalt der Atmosphäre, je höher die Temperatur, um so mehr belästigt uns eine extrem trockene oder feuchte Luft. Mit steigender Temperatur engt sich also die Breite des Sättigungsdefizits, das uns angenehm ist, beträchtlich ein.

Einfluss des Windes auf das Ertragen der Luftfeuchtigkeit.

Weiter wirkt endlich die Windgeschwindigkeit sehr wesentlich — aber bisher nicht ziffermässig ausdrückbar — auf unsere subjektive Beurtheilung der Luftfeuchtigkeit, wenigstens bei höheren Temperaturen. Je mehr Luft über unseren Körper streicht, um so leichter lassen sich geringe, um so schwerer grosse Sättigungsdefizite ertragen, aus naheliegenden Gründen. Eine schwüle Luft ist ebenso oft eine ruhende warme Luft mit beträchtlichem Sättigungsdefizit als eine wirklich an Wasserdampf abnorm reiche. Es wird also noch viel Beobachtungsmaterial nöthig sein, um endgültige Grundlagen zur hygienischen Beurtheilung des Wassergehaltes einer Luft zu liefern.

Im Allgemeinen werden wir einem Klima mit trockener, wenn auch heisser Luft weit den Vorzug geben vor einem mit feuchtwarmer Luft; neben der äusserst erschlaffenden Wirkung feuchter Wärme ist dabei zu berücksichtigen, dass feuchtwarme Orte meist von endemischen Krankheiten: Malaria, Cholera, Dysenterie u. dergl. in hervorragendem Maasse zu leiden haben (vergl. Reinhard, Arch. f. Hyg., III).

Bewölkung und Sonnenlicht.

§ 146. Von der Bewölkung hängt z. Th. die Versorgung mit direktem Sonnenlichte ab, das neben einer Reihe wenig bekannter aber offenbar hochwichtiger Einwirkungen auf die verschiedensten chemischen und biologischen Prozesse auch auf die Psyche Einfluss ausübt. Ganze Litteratur: Raum (Z.

f. H., VI). Eine Angabe der Zahl der Tage mit totaler und fehlender Bewölkung, ferner mit Bewölkung unter und über 5 vervollständigt sehr das Bild eines Klima's. Auch die Zahl der Nebeltage ist nicht unwichtig. Wichtiger ist noch die Angabe der täglichen oder monatlichen Anzahl Sonnenscheinstunden. So hat in Wien der Februar 100,8, der März 141,8 Sonnenscheinstunden, Davos 1886 im Februar 124, im März 186.

§ 147. Die Beobachtung der Niederschläge ist aus verschiedenen Gründen von hygienischem Interesse; es können hier aber nur Andeutungen gegeben werden. Niederschläge.

1. Einmal ist die Menge und zeitliche Vertheilung der Niederschläge (Zahl der Regentage) auf das Klima und damit auf den Menschen von bedeutendem Einflusse. Die Luftfeuchtigkeit hängt neben der Temperatur in erster Linie von den Niederschlägen ab, der ganze Vegetationscharakter wird davon beeinflusst etc.

Während der Osten Deutschlands nur 3—400 mm Niederschläge im Jahre hat, im ebenen Mitteldeutschland 500—600 häufig gefunden werden, steigt im Mittelgebirge die Zahl auf 900—1000. Harz, Schwarzwald und Vogesen haben 14—1500 mm, im Böhmerwald und den Alpen kommen bis 2000—2500 mm zur Beobachtung, in Schottland sind Punkte mit bis 4182 und in den Tropen sind Regenmengen von 5—7000 sehr gewöhnlich, in Indien hat man sogar bis 12520 beobachtet.

Von den Schwankungen, wie sie in den einzelnen Gegenden Deutschlands beobachtet werden, einen direkten Einfluss auf das Befinden der Menschen anzugeben, dürfte schwer sein; der indirekte ist jedenfalls noch zu wenig gewürdigt.

2. Die Niederschläge beeinflussen in höchst auffallender Weise das Auftreten und den Verlauf zahlreicher Infektionskrankheiten (Cholera, Typhus, Malaria, Milzbrand) — namentlich für die Cholera sind solche Beziehungen aufgedeckt. Eine sorgfältige Beobachtung der Menge und Vertheilung der Niederschläge (und des Grundwasserstandes, siehe Wasser) hat schon manchen räthselhaften Rhythmus im Gange von Epidemien und andere Sonderbarkeiten aufgeklärt — wenn es auch zur Zeit noch nicht möglich ist, sich mit Sicherheit darüber zu äussern, warum an den meisten Orten schwache Niederschläge dem Zustandekommen von Choleraepidemien günstig, starke hinderlich sind. v. Pettenkofer deutet die Beobachtungen so, dass eine bestimmte mittlere Bodenfeuchtigkeit beim Zustandekommen von Epidemien eine ausschlaggebende Rolle spiele. Auch der Gang des Sättigungsdefizits der Luft lässt sich zum Stande des Grundwassers in überraschende Beziehungen bringen (Soyka, Der Boden, S. 305 u. f.).

§ 148. Die grosse, direkte und indirekte Bedeutung der Winde für die Hygiene kann auch nur gestreift werden. Je kleiner und feuchter die getroffene Hautstelle ist, um so deutlicher empfinden wir Luftströmungen; je grösser eine feuchte nackte Hautstelle ist, die der Wind trifft, um so unangenehmer wird es Winde.

uns meist werden. 0,16—0,25 Meter Windgeschwindigkeit werden nur empfunden, wenn ganz kleine nackte Flächen (14—30 qcm) vom Winde getroffen werden, der ganze bekleidete Körper fängt erst bei $^1/_2$—1 Meter Geschwindigkeit an, Luftbewegung zu empfinden. Eine mittlere jährliche Windgeschwindigkeit von 2,6 m gilt als gross, 1,6—1,8 m sind häufigere Werthe, es ist aber höchst wichtig, wie sich die Windintensität und Richtung auf die einzelnen Monate und Tage vertheilt.

Starke Winde machen, wie oben erwähnt, kalte und heisse trockene Luft schwerer erträglich, erleichtern das Ertragen feuchter warmer Luft. — Regelmässig wehende Winde, durch ungleichartige Erwärmung von Ebene (resp. Wasser) und Gebirg (resp. Inseln oder Küsten), sind meist von wohlthätigstem Einflusse auf das Befinden des Menschen in heissen Klimaten oder bei uns zur Sommerszeit (z. B. München). — Andererseits sind windgeschützte, warme Thalkessel für gewisse Kranke geeignete Aufenthalte, Staub aufwühlende Winde die Plage so mancher Stadt. In Mitteldeutschland bringen im Winter SW und W, im Sommer SE Winde die höchste Temperatur; im Winter NE, im Sommer WNW Winde die niedrigste.

Indirekt können die Winde von gewaltigster hygienischer Bedeutung sein, indem trockene warme Winde den Boden austrocknen, feuchte warme Winde Regen bringen und mit dem Regen entweder erhöhte oder verminderte Disposition zu Infektionskrankheiten, z. B. die Monsuns in Indien. Malaria scheint eine Strecke weit durch Winde verbreitet werden zu können (Schiffsbesatzungen erkranken, indem sie nahe an einer Fieberküste entlang segeln).

Kohlensäure.

§ 149. Der Gehalt der freien Luft an Kohlensäure ist konstant auf dem Lande 0,3 ‰, in Städten beträgt er bis 0,4 ‰, in beiden Fällen ist er hygienisch belanglos.

Andere Gase in der Luft im Freien.

Ueber eine Bedeutung der geringen Ozon[1]), H_2O_2, N_2O_3, NH_3[2]) etc. Spuren für unser Befinden, wissen wir gar nichts positives; wichtiger dürfte gelegentlich die Imprägnirung der Luft mit angenehmen Geruchsstoffen (Kiefernwald, blühende wohlriechende Pflanzen) oder übelen Gerüchen sein, deren Wirkung auf die Psyche deutlich und damit auch auf das Gesammtbefinden gewiss nicht zu unterschätzen ist. Genauere Untersuchungen über diese schwierigen Fragen fehlen. Die Gewöhnung spielt hier eine höchst wichtige Rolle.

Schweflige Säure und Salzsäure schädigen schon, wenn sie in sehr geringen Spuren vorhanden sind, die Vegetation (namentlich Coniferen und Gramineen), ferner Metalle, z. B. Telegraphendrähte, und sind wohl auch

1) Da die Luft bewohnter Räume fast stets ozonfrei gefunden wird, weil, wie man annimmt, organische Ausscheidungsprodukte dasselbe zersetzen, so wird die Hygiene einstweilen Orte, an denen ein hoher Ozongehalt gefunden wird, für mit reiner Luft begabt ansehen.

2) NH_3 findet sich in Paris und Pest etwa 0,022—0,033 mg in 1 cbm, doch liegen von anderen Orten höhere Werthe in der Litteratur vor bis 5 mg in 1 cbm = 0,0065 ‰.

für das menschliche Befinden selbst in den Dosen, wie sie in der Umgebung von Fabriken in der freien Luft vorkommen, nicht gleichgültig — jedenfalls oft sehr unangenehm.

Staub.

§ 150. Höherer Gehalt der freien Luft an Staub wird sehr unangenehm empfunden. Tissandier fand nach Regen in der Landluft 0,25 mg, bei trockenem Wetter 3—4,5 mg Staub in 1 cbcm; in Paris nach Regen 6 mg, bei trockenem Wetter 23 mg. Fodor fand in Pest im Durchschnitte aus zahlreichen Beobachtungen 0,24 mg im Winter, 0,55 mg im Sommer — also sehr niedere Werthe. In besonders schlechtem Rufe steht der Kalkstaub, der Phthise erzeugen soll.

Mikroorganismen.

Die bakteriologischen Untersuchungen der Luft im Freien haben bisher wenig praktisch bedeutsame Resultate ergeben; die Luft auf höheren Bergen und auf offener See ist ganz oder annährend pilzfrei. Pathogene Organismen wurden im Freien bisher nie gefunden; die Pilzzahl in 1 cbcm der freien Luft schwankt sehr, so wurde, um einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung zu geben, gefunden:

	Bakterien	Schimmelsporen
Petri, Berlin. Hof des hyg. Instituts	0—1071	215—810
„ „ Ueber dem Dache des hyg. Instituts	330—510	1190—1240
Frankland und Hart. Ueber dem Dache in South Kensington London	400 (Januar) — 10500 (August)	
Miquel, Paris. Spitze des Pantheon	200	
„ „ Park von Montsouris	480	
„ „ Rue de Rivoli	3480	
Uffelman, Rostock. Seestrand	50—300	davon 2/3 Spaltpilze, 1/3 Schimmelpilze.
„ „ Freies Feld	150—750	
„ „ Universitätshof	150—1300	

Die Ursachen dieser Schwankungen sind theilweise zu übersehen; die Schwankungen selbst aber vorläufig ohne wesentliches praktisches Interesse.

2. Die Luft in geschlossenen Wohnräumen.

Luft geschlossener Wohnräume.

§ 151. In geschlossenen Wohnräumen, wo die Luftbeschaffenheit unserem Willen mehr unterworfen ist, pflegen wir bestimmtere Anforderungen an dieselbe zu stellen, wenn wir uns behaglich fühlen sollen.

1. Die Luft soll eine Temperatur zwischen 15 und 20° Celsius besitzen. In Theatern, Konzertsälen wird leider noch vielfach die Konzession gemacht, dass die Temperatur bis zu der lästigen Höhe von 25° ansteigen dürfe. Eine allgemeinere Einführung der elektrischen Beleuchtung wird hoffentlich bald überall eine solche Temperatur als unerhört erscheinen lassen. Vor direkter

Wärmestrahlung muss immer Schutz geboten sein (Ofenschirme, Lampenglocken etc.); es darf an einem Orte, wo wir uns bei 20° Lufttemperatur wohl fühlen sollen, ein Vakuumthermometer keine wesentlich höheren Werthe als ein gewöhnliches zeigen. Ueber die Temperatur der Fabrikluft siehe unten.

Wassergehalt.

2. Die Luft soll (nach Deneke) bei Zimmertemperatur ein Sättigungsdefizit von nicht mehr als 5,3 haben. Trockene Luft, wie sie Luftheizungen und alle übrigen mit starker Ventilation verbundenen Heizungen leicht im Gefolge haben, kann sehr lästig werden; ein Sättigungsdefizit von 8—9 bezeichnet Deneke für Zimmer als den äussersten vorübergehend in beheizten Räumen zulässigen Werth.

Diesen Angaben gegenüber vertheidigen andere Autoren die Zulassung resp. die Annehmlichkeit viel trockener Luft in Wohnräumen bei mittlerer Temperatur. Reinhard (l. c.) und Ferd. Fischer (Gesundheitsingenieur, 1887) finden bei + 20° ein Sättigungsdefizit von 14,5 ganz angenehm, ein solches von 10,1 — 14,3 wurde im Polytechnikum in Hannover (relative Feuchtigkeit von 20—40 %) häufig gefunden und dennoch die vorhandenen Luftbefeuchtungsmittel nicht angewendet. Damit stimmen Beobachtungen, die ich an mir und zahlreichen anderen Personen anstellte, sehr gut überein. 10 — 12 g Sättigungsdefizit wurden im Laboratorium bei Temperaturen von 20° von mir kaum als trocken empfunden; andere Beobachter erklärten ab und zu, dass sie leichtes Trockenheitsgefühl im Halse empfänden, fühlten sich aber weiter nicht belästigt.

Ich habe übrigens Veranlassung genommen, in Vereinssitzungen Temperatur- und Feuchtigkeitsbewegungen anzustellen und nachher bei Männern, die ihr Leben in wissenschaftlichen Forschungen hinbringen, Urtheile über den Wassergehalt der Luft zu sammeln; sie lauteten fast stets ganz widersprechend. So erklärten von 6 Personen in einem Raume mit 50—60 % relativer Feuchtigkeit, in dem die Temperatur (im Winter) in $1^1/_2{}^h$ von 17,4° auf 23,6° und das Sättigungsdefizit von 6,8 rasch auf 8,6 stieg, um sich dann zwischen 9 und 10 zu bewegen, zwei die Luft für sehr trocken, eine für trocken, zwei für feucht, eine für mittelfeucht. Im Allgemeinen wird natürlich auch in geschlossenen Räumen eine sehr feuchte Luft bei hoher Temperatur unangenehm sein, Zahlen sind aber hierfür bisher nicht anzuführen; in Fabrikbetrieben ist die heisse, feuchte Luft (40° C.) schlecht ventilirter Trockenböden z. B. in Färbereien ein äusserst unangenehmer Aufenthalt, trockene Luft von 35° wird bei leichter Kleidung noch recht gut ertragen (z. B. in Räumen, in denen Würfelzucker zerschnitten wird), ja für kurze Zeit wird sogar die trockene 100° warme Luft der Malzdarren sehr gut auch ohne Gewöhnung ausgehalten. Weitere Angaben siehe bei Renk (l. c.) und über warme feuchte Luft namentlich bei Stapf (Arch. f. Anat. u. Physiol. Supplementband, 1879).

Kohlensäure als Indikator für Luftverunreinigung.

Einen wichtigen Maasstab zur Beurtheilung der Reinheit der Zimmerluft liefert der CO_2-Gehalt. Pettenkofer fand, dass eine Luft, die dem Aufenthalt von Menschen dient oder durch Verbrennen von Beleuchtungsstoffen 1 ‰ Kohlensäure enthält, von unseren Sinnen eben noch als leidlich empfunden wird, dass

bei höheren Gehalten aber Belästigung (der Nase, des Allgemeinbefindens etc.) nicht sowohl durch die Kohlensäure selbst, als durch andere, gleichzeitig der Luft mitgetheilte Gase auftreten. In Räumen, die dem vorübergehenden Aufenthalte vieler Menschen dienen, wie in Theatern, Konzertsälen, Schulen, müssen wir vorläufig vielfach noch zufrieden sein, wenn ein CO_2-Gehalt von 2 ‰ nicht überschritten wird, da es auch in den gut ventilirten und elektrisch beleuchteten Lokalen dieser Art bisher kaum gelungen ist, nach mehrstündiger Benutzung wesentlich reinere Luft zu erzielen; dagegen sind CO_2-Gehalte von 3 – 5 ja 6 ‰, wie sie leider immer noch vielfach in öffentlichen Gebäuden (z. B. Universitätshörsälen) gefunden werden, als unzulässig resp. unerträglich hoch zu bezeichnen und möglichst auf Abhilfe zu dringen.

Die organischen Stoffe nach Uffelmann als Maasstab für die Reinheit einer Wohnungsluft zu benützen, dürfte verfrüht sein; Uffelmann schlägt vor, eine Luft dann als schlecht zu bezeichnen, wenn die organischen Substanzen in 1 Million Theile mehr als 12 Theile Sauerstoff zur Oxydation brauchen; sie riecht dann schwach.

Es ist bisher übrigens nicht gelungen, die Schädlichkeit der Ausdünstungsstoffe des Menschen zu beweisen (vergl. Hermans, Arch. f. Hyg., I und Lehmann und Jessen, Arch. f. Hyg., X.), jedenfalls sind die Angaben von Brown-Sequard und d'Arsonval (Société de Biologie, 1888) über die Giftigkeit der Exspirationsluft falsch. Es unterliegt übrigens keinem Zweifel, dass sowohl akute als chronische Schädigungen durch den Aufenthalt in geschlossenen Räumen zu Stande kommen, nur fehlt eine sichere Erklärung. Für die akuten Fälle (Ohnmachten in überfüllten Räumen) kommt neben Hitze, unzweckmässiger, zu enger Kleidung, nervöser Indisposition, vielleicht idiosynkrasische Wirkung der riechenden Ausscheidungsstoffe in Frage; bei der chronischen Schädigung spielt jedenfalls Licht- und Bewegungsmangel im Verein mit ungeeigneter Ernährung u. s. f. eine sehr wichtige Rolle.

Ueber die Giftigkeit zahlreicher Fabrikgase herrschen seit lange keine Zweifel, namentlich bei Eulenberg (Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen, Braunschweig, 1865) und Hirt (Krankheiten der Arbeiter, Breslau) finden sich viele Angaben. Leider sind die quantitativen Angaben Hirt's über die Gaskonzentration, die der Mensch noch aushalten kann, ohne Schaden zu nehmen, total unbrauchbar. Fabrikgase.

Tabelle über die Konzentration, bei der einige wichtige Fabrikgase Gesundheitsstörungen bedingen, nach neueren Arbeiten zusammengestellt,

	Konzentrationen, die rasch gefährliche Erkrankungen bedingen	Konzentrationen, die nach ½—1 h ohne schwerere Störungen zu ertragen sind	Konzentration, die bei mehrstündiger Einwirkung nur minimale Symptome bedingt	Autor und Publikationsort
Salzsäuregas	1,5—2 ‰	0,05 – höchst. 0,1 ‰	0,01	K. B. Lehmann, Arch. f. Hyg., V. Matt, Dissert. Würzburg, 1889.
Schweflige Säure	0,4—0,5 ‰	0,05 ‰ oder weniger		Ogata, Arch. f. Hyg., III.
Kohlensäure	c. 30 %	bis 8 %	1 %	Emmerich, Friedländer u. Herter, Zeit. f. physiol. Chemie, II.
Ammoniak	2,5—4,5 ‰	0,3 ‰	0,1 ‰	K. B. Lehmann, Arch. f. Hyg., V. Matt, l. c.

	Konzentrationen, die rasch gefährliche Erkrankungen bedingen	Konzentrationen, die nach $\frac{1}{2}$—1 h ohne schwerere Störungen zu ertragen sind	Konzentration, die bei mehrstündiger Einwirkung nur minimale Symptome bedingt	Autor und Publikationsort.
Chlor und Brom	0,04—0,06 ‰	0,004 ‰	0,001 ‰	K. B. Lehmann, Arch. f. Hyg., VII. Matt, l. c.
Jod	—	0,003 ‰	0,0005—0,001 ‰	Matt, l. c.
Schwefelwasserstoff	0,5—0,7 ‰	0,2—0,3 ‰		K. B. Lehmann, Sitzungsbericht der bayer. Akad. 11. Juni 87. Kwilecki, Diss. Würzb., 1890.
Schwefelkohlenstoff	10—12 mg in 1 l	1,2—1,5 mg in 1 l		K. B. Lehmann, Sitzungsbericht der bayer. Akad. 3. März 88.
Kohlenoxyd	2—3 ‰	0,5—1,0 ‰	0,2 ‰ unschädl. für d. Menschen	Max Gruber, Arch. f. Hyg. II.

Für die Rubrik 2 und 3 sind mit Ausnahme der schwefligen Säure, des Schwefelkohlenstoffs und Kohlenoxyds alle Versuche auch am Menschen gemacht. Ob die Konzentrationen der Rubrik 3 auch bei lang dauernder Einwirkung unwirksam sind, bleibt zu untersuchen.

Quecksilbergehalt, Arsengehalt, Phosphorgehalt der Luft ist stets zu beanstanden. Bei 0° kann 1 cbm Luft 4,1 mg, bei 10° 6,8 mg, bei 20° 10,4 mg, bei 30° 16,8 mg Quecksilberdampf aufnehmen (Renk), doch fand Renk nur gegen 1—2 mg in einem Versuchsraume, der nach Art eines Spiegelbelegraums eingerichtet war (Veröff. des k. Gesundheitsamtes, V.). Ueber Arsen vergl. auch Wohnung.

Staub. § 152. Zu der Beurtheilung des Staubgehaltes liegt wenig Material vor. Eine Luft, die mehr wie Spuren von notorisch giftigem Staube: Bleipräparate, Arsenverbindungen, Quecksilber u. dergl. enthält, ist als unzweifelhaft gesundheitsschädlich zu betrachten; es sind jedoch zur Zeit noch keine Angaben möglich, wie klein die Mengen dieser Substanzen in 1 cbm Luft etwa sein müssen, um übersehen, resp. als unschädlich angesehen werden zu dürfen. Vorläufig wird wohl eine sehr ernste Behandlung jedes solchen Falles am Platze sein. Blei-, Arsen-, Antimonspuren in der Luft von Druckereien: Roszahegyi, A. f. H., III., 522.

Dass auch an sich nicht giftiger Staub zu sogenannten Staubinhalationskrankheiten Veranlassung werden kann, ist allbekannt, doch sind bisher nur von Hesse (Dingler's polyt. Journal, 1881) einige quantitative Staubbestimmungen in Fabrikräumen vorgenommen, die zur Orientirung theilweise hergesetzt sein sollen.

Während er in bewohnten Zimmern in 1 cbm	1,6—0,0	mg Staub
fand, konstatirte er in einer Filzschuhfabrik	160—175,0	„ „
Kunstmühle (neues System)	4,4	„ „
Mahlmühle (altes System)	47,7	„ „
Hadernsaal einer Papierfabrik	3,8—24,9	„ „
Putzraum eines Eisenwerkes	71,7—100,0	„ „
Kohlengrube	14,3	„ „
Erzgrube	14,5	„ „

Damit stimmt schlecht, dass Uffelmann in der Luft seines gut gelüfteten Hauses durchschnittlich 16,8 mg Staub fand, doch verdienen die nach sorgfältiger Methode angestellten Versuche Uffelmann's entschieden Vertrauen.

Von den nicht specifisch giftigen Staubarten scheint der Kohlenstaub der unschädlichste, im übrigen anorganischer Staub (wegen seiner spitzen Ecken) schädlicher als organischer. Näher kann auf diese Fragen, die zum Theil nur durch eine recht oberflächliche Statistik beleuchtet sind, hier nicht eingetreten werden. Schädlichkeit des Staubes.

§ 153. Der Bakteriengehalt der Luft schwankt in Zimmern sehr. 0 bis 400 bis 900 in 1 cbm wurde z. B. von Petri in Räumen des hygienischen Instituts in Berlin gefunden; Uffelmann fand in seinem Hause mehr: 2600—12500, obwohl es rein gehalten und gut gelüftet war, in ungelüfteten Räumen bis 165000; sehr hohe Zahlen fanden französische Forscher in älteren Häusern und Spitälern (36000—79000), während sie in neueren Häusern eine Pilzzahl von 3480 beobachteten. Bisher ist es von pathogenen Bakterien nur gelungen, folgende nachzuweisen: Streptococcus erysipelatis, Staphylococcus pyogenes aureus und albus, Friedländer's Bacillus Pneumoniae. Bakteriengehalt der Zimmerluft. Pathogene Arten.

Auch Tuberkelbacillen müssen in der Luft vorkommen, da es vielfach gelang, Thiere durch subcutanes Beibringen von Staub aus Räumen, wo Phthisiker weilten, tuberkulös zu machen (Cornet, Z. f. Hyg., V). Leider vermag die bakteriologische Luftuntersuchung bisher erst selten praktisch wichtige Dienste zu leisten, da die Mehrzahl der erfahrungsgemäss wohl durch die Luft übertragbaren Infektionskrankheiten entweder auf noch ganz unbekannten Parasiten beruhen (Masern, Scharlach, Typhus exanthematicus etc.), oder mit Wahrscheinlichkeit auf Organismen zurückgeführt sind, die nicht auf den gebräuchlichen Nährböden wachsen (Malaria).

Die Anwesenheit der gewöhnlichen nicht pathogenen Luftbakterien ist offenbar ohne jeden Einfluss auf unser Befinden, wenn auch bekanntlich die Mehrzahl der eingeathmeten Keime im Respirationskanale haften bleiben, und es erscheint gewagt, eine etwas pilzärmere Luft für gesünder zu erklären als eine pilzreichere. Doch möchte ein konstant hoher Pilzgehalt die Vermuthung nahe legen, dass in dem betreffenden Raume Reinlichkeit und Fussböden mangelhaft sind, überhaupt unhygienische Verhältnisse herrschen. Auch ist wohl die Annahme gestattet, dass an Orten, wo Saprophyten reichlich gedeihen und in Menge verstäuben, gelegentlich auch ein pathogener Organismus günstige Bedingungen für sein ektogenes Wachsthum und sein Verstäuben finde. Nicht pathogene Arten.

Litteratur.

(Die im Text erwähnten Werke sind hier grösstentheils nicht nochmals erwähnt.)

1. Werke mit eingehenderer Berücksichtigung der Untersuchungsmethoden:

Flügge, Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden. Leipzig. 1881. Viele Einzelheiten, reichliche Litteraturangaben. Kritik.

Winkler, Cl., Lehrbuch der technischen Gasanalyse. 1885.
Dazu Nachtrag in Ztschr. f. anal. Chem. 1889, 28.
Hempel, Neue Methoden zur Analyse der Gase. 1880.
Diese beiden Werke enthalten die praktischsten Methoden für die Bestimmung von Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenwasserstoffen, Kohlenoxyd etc.
Fodor, Hygienische Untersuchungen über Luft. Braunschweig. 1882.
Uffelmann, Luftuntersuchungen. Archiv für Hyg., VIII. Ausführliche Beschreibung der Methoden und Mittheilung der Resultate der lange fortgesetzten Untersuchungen.
Miquel, Annuaire de l'Observatoire de Monsouris. Enthält die Resultate der jedes Jahr bei Paris angestellten Luftuntersuchungen mit Angabe der oft eigenthümlichen Methoden.

2. Meteorologie und Klimatologie:

Günther, Die Meteorologie mit besonderer Berücksichtigung geographischer Fragen. München. 1889. — Kurz, klar, inhaltsreich, viele Litteraturangaben, Methodik nur angedeutet.
van Bebber, W. J., Lehrbuch der Meteorologie. Stuttgart. 1890. Mehr für die Bedürfnisse des Meteorologen. Wird sehr gelobt.
Instruktion für die Beobachter an den meteorologischen Stationen des Königreichs Bayern. München. 1878. — Elementare ausführliche Anleitung zu meteorologischen Beobachtungen.
Hann, Lehrbuch der Klimatologie. Stuttgart. 1883. Klarer Ueberblick über die allgemeine Klimalehre, dann inhaltreiche Schilderung der Klimate specieller Gegenden.

3. Ausführliche Darstellung des hygienisch Wissenswerthen des ganzen Gebietes mit vielen Litteraturangaben ohne Eingehen auf die Methoden:

Renk, Die Luft. Handbuch der Hygiene von v. Pettenkofer und v. Ziemssen I. II. 2. Leipzig. 1886.

II. Abschnitt.

Der Boden.

A. Untersuchung des Bodens.

§ 154. Die hygienische Untersuchung des Bodens soll in erster Linie meist auf eine der praktischen Fragen Antwort geben: Hauptziele der Bodenuntersuchung.

Eignet sich ein Boden zur Besiedelung, als Rieselfeld oder als Friedhof?

Zur Entscheidung dieser Fragen ist in erster Linie nöthig, die Kenntniss der Lage des Grundstückes. Die Höhenverhältnisse, die Himmelsrichtung, die Wasserverhältnisse sind an der Hand möglichst spezieller Karten und unter Rücksprache mit technischen Sachverständigen durch eigene Inspektion an Ort und Stelle zu studiren. Eine gewissenhafte Untersuchung hat aber nicht nur möglichst genau Vertheilung und Ablauf des oberflächlichen Wassers (etwaige Seen, Sümpfe, Rinnsale) in's Auge zu fassen, sondern auch die Grundwasserverhältnisse zu studiren, namentlich die Frage: Wie tief unter der Oberfläche liegt der Grundwasserspiegel, wie stark schwankt er im Laufe der Monate und Jahre (vergl. Abschnitt Wasser).. Eine weitere Frage ist: Hängt die Schwankung des Grundwassers von den Niederschlägen ab, kann sie also einen Maasstab für die Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten liefern, oder ist sie vorwiegend vom Stande der Wasserläufe, die die Gegend offen durchfliessen, abhängig; zum Entscheide sind Vergleichungen längerer Beobachtungsreihen des Flusspiegels und des Grundwasserstandes nothwendig. Lage. Wasserverhältnisse.

In zweiter Linie wird das Lokalklima in weitestem Sinne unser Interesse erregen: Temperatur, Windrichtung und Stärke, Regenmenge und Vertheilung etc. Klima.

Endlich ist der Boden selbst in seinem Gesammtcharakter zu prüfen, ob ein felsiger, steiniger, sandiger, lehmiger, humusreicher oder humusarmer Boden vorliegt, wie sich die einzelnen Schichten auf dem Durchschnitt folgen (Geologisches Profil) u. s. f. Bodencharakter.

Manchmal entdecken Augen und Nase ohne weiteres Symptome von Bodenverunreinigung -- z. B. stellenweise dunkelfarbige Infiltration des hellen Erdreichs, üble Gerüche u. dergl. mehr.

Hauptaufgaben der Laboratoriumsuntersuchung.

§ 155. An der Hand der hier angedeuteten Erhebungen ist es dem Praktiker meist schon möglich, ein Urtheil mit der Sicherheit abzugeben, die überhaupt bisher auf diesem schwierigen Gebiete möglich ist. Die Untersuchungen im Laboratorium können die erhaltenen Resultate etwas modifiziren, stützen oder berichtigen; bisher ist aber leider nicht allzu viel für die hygienische Praxis bedeutsames aus all' den mühsamen und theoretisch interessanten Bodenuntersuchungen im Laboratorium zu erschliessen, etwa abgesehen von der Untersuchung auf pathogene Pilze. In Folge dessen sollen hier nur die üblichsten Hauptuntersuchungsmethoden kurz charakterisirt werden; es sind dies:

1. Die chemische Zusammensetzung des Bodens, namentlich der Gehalt an organischen Substanzen und anschliessend daran die Zusammensetzung der Bodenluft.
2. Die Bestimmung des Wassergehaltes, der Korngrösse, des Porenvolums, der wasserhaltenden Kraft.
3. Die Bestimmung der Bodentemperatur.
4. Die bakteriologische Untersuchung.

Entnahme einer Bodenprobe.

Um Boden zur Analyse zu gewinnen, haben wir, wenn es sich um Felsboden handelt, sowohl den festen Fels als etwaige Verwitterungsprodukte zu berücksichtigen; in dem weitaus häufigsten und hier einzig näher in's Auge zu fassenden Falle, dass ein erdiger Boden zur Untersuchung steht, sind Proben an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Tiefen zu entnehmen. Man gräbt scharfrandige, viereckige Löcher von ca. 50 cm Breite und sammelt aus ihnen grosse Proben des Bodens vielleicht in 4 Tiefen: Oberfläche, $^1/_2$ m, 1 m und $1^1/_2$ m, event. auch noch aus grösserer Tiefe. Von jeder Probe füllt man am besten eine etwa 2 Liter fassende, gut schliessende Blechschachtel oder noch besser ein weites Glasgefäss mit eingeschliffenem Stöpsel. — Ueber die Entnahme von Bodenproben zu bakteriologischen Zwecken vergl. § 164.

1. Die chemische Untersuchung.

§ 156. Die chemische Untersuchung des Bodens auf die anorganischen Bestandtheile, aus denen er sich aufbaut, ist nur in wenigen Punkten von Interesse für die Hygiene. Viel mehr als das Gestein, aus dem der Boden abstammt, ist der Aggregatszustand, in dem er sich befindet, für seine hygienischen Eigenschaften maassgebend.

Wichtigste Bodenbestandtheile.

Die wichtigsten anorganischen Bestandtheile des Fels- und Erdbodens sind: Kieselsäure (Quarz); Silikate und Doppelsilikate des Aluminiums, Eisens, Calciums, Magnesiums und der Alkalimetalle; Karbonate des Calciums, Magnesiums und Eisens; Oxyde des letzteren Metalles; Sulfate, Chloride, Phosphate und Nitrate des Calciums, Magnesiums und der Alkalimetalle. Unter diesen dominiren meist entweder 1. Kieselsäure, 2. die Silikate und Doppelsilikate oder 3. Calcium- und Magnesiumkarbonat.

Zu einer für manche Zwecke genügenden Orientirung über die mineralogische Beschaffenheit eines Bodens (namentlich, wenn er arm an organischer Substanz ist) dient folgendes: Man übergiesst ihn feinpulverisirt mit 10⁰/oiger Salzsäure: Es löst sich rasch kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, ein Theil des Eisens und einige wenige besonders leicht lösliche Silikate; den Rückstand lässt man 24^h mit konzentrirter Salzsäure übergossen stehen, es löst sich kohlensaure Magnesia (Magnesit und das Magnesiumkarbonat aus dem Dolomit), Eisenverbindungen und einige weitere Mengen leicht löslicher Silikate z. B. Chlorit ($8 MgO . Al_2O_3 . 5 SiO_2 . 7 H_2O$); kocht man nun mit konzentrirter Salzsäure, so geht der Gips und Serpentin ($3 MgO . 2 SiO_2 . 2—3 H_2O$) mit noch einigen Silikaten in Lösung — der Quarz aber und die Hauptmenge der Silikate bleibt ungelöst (z. B. Feldspath, Thon, Hornblende). Eine quantitative Bestimmung dieser Verbindungen ist nur theilweise möglich, von grösserem Interesse nur der Thongehalt; die Elemente sind leicht nach den allgemeinen Regeln der quantitativen Analyse bestimmbar.

§ 157. Unter Umständen ist es erwünscht, den Gehalt eines Bodens an Chlornatrium, Salpetersäure, salpetriger Säure und organischer Substanz zu bestimmen, um nachzuweisen, dass der Boden mit diesen Abfallstoffen und Umsatzprodukten des menschlichen Haushaltes verunreinigt ist. Verunreinigung durch Abfallstoffe.

Hierzu wiegt man eine grössere Probe des frischen Bodens ab (a g), macht ihn lufttrocken, wiegt wieder (b g), siebt die Bestandtheile ab, die feiner als 2 mm sind (§ 160), wiegt dieselben (c g) und übergiesst hiervon 500 g in einem Zweiliterkolben mit 1 Liter destillirten Wassers, schüttelt gut und mehrfach um, und hebert nach 48^h den wässrigen Auszug ab, den man dann noch filtrirt. Das Filtrat enthält vollständig die Chloride, Nitrate und Nitrite (meist auch etwas Sulfate), die man genau, wie beim „Wasser" (§ 175 u. f.) beschrieben, bestimmt, nachdem man eventuell den Auszug noch eingedampft.

Von den übrigen anorganischen Bestandtheilen interessirt namentlich der Gehalt an Thon ($Al_2O_3 2 SiO_2 + 2 H_2O$), der vor allem dem Boden Zusammenhang giebt, sehr viel Wasser aufsaugt und energisch zurückhält. Bisher ist zu hygienischen Zwecken noch keine exakte Thonbestimmung versucht; die praktische Hygiene begnügt sich, höchstens eine Bestimmung der abschlämmbaren Theile zu machen und sie als Thon zu rechnen, obwohl noch feinstes Quarzpulver u. a. dabei ist. Die Agrikulturchemie hat eine Methode ausgearbeitet, die wesentlich darauf beruht, dass konzentrirte Schwefelsäure aus dem Boden nur das in Form von „Thon" enthaltene Aluminium, nicht andere Aluminiumsilikate, z. B. Feldspath löst. In dieser schwefelsauren Lösung fällt man durch Ammoniak Aluminiumhydroxyd und Eisen, die weiter getrennt werden müssen, wenn letzteres reichlich vorhanden ist. Für jedes mg gewogenes Al_2O_3 rechnet man 2,53 mg Thon. Näheres bei Wahnschaffe. Die Methode ist nicht ganz einfach. Thon.

Jeder Boden enthält organische Substanzen: Steriler Sand und Kies nur sehr wenig. Ackererde, Walderde und Torf grössere bis sehr grosse Mengen. Je reichlicher die Pflanzenüberreste waren, die sich den anorganischen Bodenelementen beimischten, um so grösser ist der Gehalt an den sogenannten Huminkörpern — braunen bis schwarzen, sauren oder neutralen, schwer löslichen, kohlenstoffreichen Substanzen, die bisher noch wenig von der Chemie bearbeitet sind. — Die Hygiene hat bisher nur dann eine Bestimmung der organischen Substanzen im Boden versucht, wenn es sich um einen ursprünglich an organischen Substanzen armen Boden handelt, in dem einzelne Stellen durch Abfälle des menschlichen Haushaltes (Kloakeninhalt, Spülwasser etc.) verunreinigt sind und der relative Grad der Verunreinigung dieser Stellen bestimmt werden soll. — Man macht hierzu die Annahme, dass die organischen Substanzen alle 58⁰/₀ C enthalten, wie dies Organische Substanzen.

für die Huminkörper im Durchschnitt zutrifft und kann nach zwei Methoden verfahren, entweder man treibt durch Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure alle präformirte CO_2 aus, oxydirt die organische Substanz durch Kaliumbichromat und Schwefelsäure zu Kohlensäure und bestimmt diese; oder (dies geht aber ohne Korrektion nur in Böden, die keine Hydrate wie Thon [$Al_2O_3 + 2 SiO_2 + 2 H_2O$] enthalten) man ermittelt bei stärkstem Glühen auf dem Gebläse den Glühverlust, der im wesentlichen neben der Kohlensäure der Karbonate aus der organischen Substanz besteht. Bestimmt man die erstere in einer anderen Probe, so kennt man aus der Differenz (Glühverlust minus CO_2) annähernd das Gewicht der organischen Substanz. Die Fehler, die der analogen Methode bei der Bestimmung der organischen Substanz in Wasser anhaften, fallen hier kleiner aus. Ist der Boden gips- oder thonhaltig, so muss berücksichtigt werden, dass für jedes Molekül Gips oder Thon $2 H_2O$ beim Glühen weggehen.

Stickstoff ist ausser als Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammoniak im Boden namentlich noch in organischen Substanzen, besonders in thierischen Abfallstoffen enthalten. Man bestimmt in 5 g Boden den Stickstoff nach Kjeldahl (vergl. Nahrungsbestandtheile).

Die Umrechnung geschieht, wenn in m g lufttrockenen Feinboden x g eines Bestandtheils gefunden sind, auf 1000 g Boden folgendermassen, wobei a, b, c die im Beginn des § 157 angegebene Bedeutung haben.

Auf den feuchten Gesammtboden: $\frac{x \cdot c \cdot 1000}{m \cdot a}$

Auf den lufttrockenen Gesammtboden: $\frac{x \cdot c \cdot 1000}{m \cdot b}$

Und wenn der lufttrockene Gesammtboden noch p % Wasser enthält

auf den trockenen Gesammtboden: $\frac{x \cdot c \cdot 1000 \cdot 100}{m \cdot b \cdot (100-p)}$

Absorptions und Oxydationsvermögen.

§ 158. Zuweilen ist es von Interesse (z. B. bei der Prüfung, ob ein Boden sich als Rieselfeld eignet), zu untersuchen:

1. Wie gross die Fähigkeit eines speziellen Bodens ist, auf chemischem oder physikalischem Wege organische Substanzen aus Lösungen zurückzuhalten.
2. In welchem Umfang ein Boden solche Substanzen zerstört resp. oxydirt.

Im Prinzip werden solche Versuche so ausgeführt, dass man in weite Büretten Boden in bestimmter Höhe einfüllt, Lösungen von Harnstoff, Alkaloiden etc. von bekanntem Gehalte aufgiesst und die unten abtropfende Flüssigkeit theils auf Verminderung der aufgegossenen Substanz, theils auf Oxydationsprodukte derselben untersucht. Es kommt hier sehr viel auf Konzentration der Lösung, Temperatur, Luftzutritt, Art des Aufgiessens u. s. f. an. (Nähere Anleitung siehe: Soyka, Arch. für Hyg., II.)

Eine Orientirung hierüber ergeben folgende Thatsachen auch ohne besondere Versuche:

Suspendirte Stoffe halten die feinporigsten Böden am besten zurück; die Alkalien Kalium, Natrium, Ammoniak werden vorwiegend von der Kieselsäure der Doppelsilikate und den Humussäuren gebunden. Calciumkarbonat und Eisenoxydhydrat des Bodens absorbiren die Phosphorsäure. Nitrate, Nitrite und Chloride werden am schlechtesten festgehalten. Organische Stoffe von grossem Molekulargewichte (Farbstoffe, Geruchstoffe, Alkaloide etc.) werden von allen Böden — am schlechtesten von den grobkörnigsten — durch Oberflächenattraktion zurückgehalten. Die oxydative Zerstörung wird von den grobporigen, lufthaltigen Böden unter Mitwirkung gewisser Spaltpilze am schnellsten besorgt; höhere Temperatur, wechselnde aber reichliche Befeuchtung, geringe Konzentration der zu oxydirenden Stoffe beschleunigt den Prozess. Die Endprodukte sind Salpetersäure und Kohlensäure.

Ist der Luftzutritt gehemmt, so können mehr an Fäulnissprozesse erinnernde Reduktionsvorgänge, ebenfalls durch die Thätigkeit bestimmter Bakterien eingeleitet, dominiren; die Bildung von Ammoniak, Schwefelwasserstoff u. dergl. ist ein Zeichen hierfür.

Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Grundluft.

Kohlensäure d. Grundluft.

§ 159. Diese Untersuchung geschah früher in weitem Umfang, weil man nach den ersten Mittheilungen Pettenkofer's (Zeitschrift für Biologie, VII) hoffen durfte, in dem Kohlensäuregehalt des Bodens einen Maasstab für seine Verunreinigung und für das

organische Leben in ihm zu finden. Für die Methode siehe Seite 147. Sie wird kaum mehr zu praktischen Zwecken ausgeführt, weil sich gezeigt hat, dass die Verhältnisse, die den Kohlensäuregehalt der Grundluft bedingen, so komplizirt sind, dass sich vereinzelte Angaben nicht zu sicheren Schlüssen eignen — besonders ist auffallend, wie oft ganz nahe neben einander liegende Stellen konstant ganz verschieden hohe Werthe liefern. Die Luft der oberflächlichen Bodenschichten ist ziemlich, die der tiefen sehr reich an Kohlensäure, schon bei 2 Meter kommt ein Gehalt bis gegen 50‰ an manchen Orten vor.

Der oft hohe Kohlensäuregehalt der Grundluft lässt es wünschenswerth erscheinen, dieselbe möglichst vom Eindringen in unsere Wohnungen abzuhalten. — Andere schädliche Gase sind kaum in der Grundluft in nachweisbaren Mengen enthalten (gelegentlich etwas Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffe). Die Grundluft ist pilzfrei. Andere Gase u. Bakterien in der Grundluft.

2. Untersuchung des Bodens auf sein Verhalten zu Luft und Wasser.

§ 160. Jeder Boden, Fels, Lehm und Sand enthält zwischen den locker oder fest verbundenen Gesteinstheilchen Hohlräume (Poren), die mit Luft oder Wasser gefüllt sind; dieselben sind aber sehr verschieden weit und zahlreich, und die Summe des Poreninhaltes (das Porenvolum) ist dementsprechend ebenfalls sehr wechselnd.

Bestimmung des Wassergehaltes. Man wiegt eine grössere Durchschnittsprobe (ca. 50 g) des Bodens ausgebreitet in einer geräumigen Porzellanschale auf Decigramm genau, trocknet bei 100° bis zur Gewichtskonstanz. Enthält der Boden sehr grobe Steine, so entfernt man letztere aus einer grösseren gewogenen Bodenprobe, wiegt die Steine und bestimmt deren Wassergehalt wie den der Erde getrennt und kann auf Gesammterde umrechnen. Wassergehalt.

Bestimmung der Korngrösse. Die Mehrzahl der Bodensorten besteht aus Fragmenten verschiedener Korngrösse. Zu ihrer Scheidung trocknet man den Boden (ca. 1 Kilo), zerdrückt mit den Fingern die Erdbrocken, die sich klumpich zusammengeballt haben und bringt ihn in einen Knop'schen Siebsatz. Derselbe besteht aus 6 etwa 6 cm hohen Zinkblechcylindern mit Siebböden von immer abnehmender Loch- resp. Maschengrösse, die durch Bajonettverschlüsse über einander befestigt sind. Der oberste ist der groblöcherigste, unter dem untersten ist eine Blechschüssel mit undurchlöchertem Boden. Man schüttelt längere Zeit, auf jedem Sieb bleibt eine besonders benannte Korngrösse zurück; Korngrösse.

auf dem	obersten,	was gröber als 7 mm im Durchmesser,					Grobkies
„	„ zweiten,	was feiner	als 7,	gröber	als 4 mm,		Mittelkies
„	„ dritten,	„	„ 4,	„	„ 2 mm,		Feinkies
„	„ vierten,	„	„ 2,	„	„ 1 mm,		Grobsand
„	„ fünften,	„	„ 1,	„	„ 0,3 mm,		Mittelsand
„	„ untersten Boden		0,3,				Feinsand

Man wiegt, was auf jedem Sieb bleibt, und drückt das Resultat in % der Gesammtsumme aus. Es empfiehlt sich den Inhalt jedes Siebes nochmals über Papier zu schütteln, um zu sehen, ob die Siebung beendet ist.

Beispiel: Der Mainsand bei Würzburg besteht aus:

Grobkies	0,7 %	Mittelsand	55,1 %
Mittelkies	1,5 „	Feinsand	2,7 „
Feinkies	9,7 „	Verlust	0,3 „
Grobsand	30,0 „		

Die Agrikulturchemiker fassen alles, was feiner als 2 mm ist, als Feinboden oder Feinerde zusammen, im übrigen herrscht unter den Bezeichnungen der Agrikulturchemiker noch wenig Eintracht. Kühn (vgl. Steinriede) nennt z. B., was gröber als 5 mm ist, Steine, was feiner als 5, gröber als 2 nennt er Kies und zwar 5—3 mm = Grobkies, 3—2 mm = Feinkies. Die Feinerde wird wieder zerlegt in Sand (Perlsand 2—1 mm, Grobsand 1—½ mm, Feinsand feiner als ½ mm) und abschlämmbare Theile, meistens Thon. Das Abschlämmen geschieht in einem Glascylinder von 30 cm Höhe, 8,5 cm Weite, der 5 cm über dem Boden einen 1½ cm weiten, 2 cm langen cylindrischen Tubulus trägt, der Tubulus wird verschlossen. 50 g lufttrockenen, von Steinen (gröber als 5 mm) befreiten Boden zerkocht man (1—3^h lang) in einer Porzellanschale, bis alle locker zusammengeballten Partikel isolirt sind, lässt sie durch ein 2 mm-Sieb in den Schlämmcylinder passiren, spült mit Wasser alles, was feiner als 2 mm ist, sorgfältig hinein und füllt bis 28 cm über dem Boden mit Wasser. Man rührt nun mit einem Holzstabe kräftig um, abwechselnd nach rechts und links etwa 1 Min., bis die Bodenpartikel schweben. Nach 10 Minuten langem, ruhigem Stehen zieht man den Stöpsel aus dem Tubulus, fängt das trübe Wasser auf, steckt den Stöpsel ein, füllt wieder Wasser bis zur oberen Marke auf, rührt um — lässt aber diesmal und die folgenden Male nur 5 Min. absitzen. Nach 7—8maligem Schlämmen ist im Cylinder nur noch Sand zurück, der auf einem Filter gesammelt, getrocknet gewogen, und durch Siebe getrennt wird. Die erste und zweite Portion Schlämmwasser wird direkt eingedampft, die anderen in 2 Litergläsern absitzen lassen, das klar überstehende Wasser wird abgehebert, die Niederschläge alle auf das gleiche Filter gebracht, getrocknet und gewogen. Die Menge der abschlämmbaren Theile kann einen werthvollen Fingerzeig namentlich für den Thongehalt liefern, doch ist diese Methode bisher fast nur agrikulturchemisch verwendet.

Schlämmanalyse.

Porenvolum von Felsboden.

§ 161. Bestimmung des Porenvolums. Für Felsboden und Erdboden sind verschiedene Verfahren einzuschlagen:

1. Felsboden. Man verwendet ein kleinapfelgrosses Stück. Durch dreistündiges Einlegen in einen auf 100—120° erwärmten Trockenschrank befreit man es von Wasser und bestimmt nun sein Gewicht = a. Jetzt bringt man das Stück in eine Schale mit Wasser und kocht ca. ½^h, bis alle Luft aus den Poren verdrängt und durch Wasser ersetzt ist. Hierauf lässt man abkühlen, trocknet den herausgenommenen Stein oberflächlich ab und wiegt wieder, Gewicht = b. Jetzt ist b — a = dem Gewicht des in die Poren eingedrungenen Wassers resp. (da 1 g = 1 cbcm Wasser) dem Volum der porösen Räume. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, bestimmen wir noch das Volumen des Steines inklusive der Poren, d. h. wir stellen auf die eine Schale einer Tellerwage ein geräumiges halbvolles Becherglas mit Wasser, auf die andere legen wir Schrotkörner bis Gleichgewicht hergestellt ist. Nun lassen wir den an einem dünnen Messingdrahte hängenden Stein langsam vollständig in das Becherglas eintauchen; um auf's neue Gleichgewicht zu erzielen, müssen wir auf die andere Seite genau das Gewicht (c) des vom Steine eingenommenen Wasservolums auflegen. Das Gewicht (c) ist also gleich dem Volum des Steines.

$$\text{Nun ist } \frac{(b-a)}{c} \, . \, 100 = \text{Porenvolum in } \%$$

Ferner $\frac{a}{c}$ = das spec. Gew. des porösen Steines (d. h. inklusive der Poren).

$\frac{a}{c-(b-a)} = \frac{a}{a+c-b}$ das specif. Gewicht der porenfrei gedachten Steinmasse.

Es ist richtiger, den Stein erst zur Volumbestimmung zu verwenden, nachdem seine Poren durch Kochen mit Wasser gefüllt sind, als den Versuch am lufthaltigen Stein zu machen, da in diesem Falle immer aus einem Theile der Poren die Luft durch eindringendes Wasser ausgetrieben wird. — Ist der Körper sehr grobporig oder im Wasser theilweise löslich (z. B. Mörtel), so überzieht man das trockene Stück vor der Volumbestimmung mit einer dünnen Firnis- oder Paraffinschichte.

2. Geröll und Sandboden. Zu ganz exakten Versuchen müsste man (Flügge) den gewachsenen d. h. natürlichen Boden in Cylindern ausstechen und nun, nachdem man ihn vorsichtig getrocknet, die Luft in den Poren durch CO_2 verdrängen. Man fängt die aus dem Boden ausgetriebene Luft in mit starker Kalilauge gefüllten umgestürzten Flaschen auf, wobei alle Kohlensäure absorbirt wird, die Luft aber sich ansammelt und gemessen werden kann. Dabei wird der Kohlensäuregehalt der Bodenluft vernachlässigt. In der Mehrzahl der Fälle darf man sich mit folgender Näherungsmethode begnügen (Renk): Porenvolum von Geröll- und Sandboden. Nach Flügge.

Man füllt den wie zur Bestimmung der Korngrösse hergerichteten Boden, nachdem man grobe Steine entfernt hat, in Blechcylinder von 20 cm Höhe ein, deren Weite für feinkörnige Bodenarten etwa 5—6 cm, für grobe 10 cm betragen soll; der Boden des Cylinders wird durch feinmaschiges Messing-Drahtnetz verschlossen. Um das Einfüllen möglichst dicht und gleichmässig zu besorgen, klopft man dabei immer von Zeit zu Zeit mit einem Holzhammer an die Wandungen des Blechcylinders, wodurch sich die Massen fest zusammenlegen. (Bei Boden von einheitlichem Korn und Kugelform der einzelnen Partikel kann man theoretisch durch verschiedenes Einfüllen das Porenvolum von 26—47½ % schwanken lassen.) Hierauf füllt man in einen (event. zwei je) 1000 cbcm fassenden Messingcylinder 500 cbcm Wasser und giesst langsam den Inhalt des Bodencylinders (Volum v) hinein, wodurch sich der Inhalt vermehrt um das Volum des Bodens ohne Poren v_1, während die Luft aus den Poren verdrängt wird. Nach Renk.

$$v - v_1 = \text{Volumen aller Poren.}$$

$$\frac{(v-v_1)\,100}{v} = p = \text{Porenvolum in \% des lufthaltigen Bodens.}$$

Beispiel: Mainsand. Cylinder von 3,2 cm Radius, 20 cm Höhe mit dem Volum 644 cbcm. Indem man den Inhalt zu 500 cbcm Wasser giesst, vermehrt sich das Volum auf 890 cbcm, also sind 890 — 500 = 390 cbcm Sand und 644 — 390 = 170 cbcm Poren in 644 cbcm Sandboden. Das Porenvolum beträgt also $\frac{264 \, . \, 100}{644} = 39{,}4\,\%$.

§ 162. Bestimmung der wasserzurückhaltenden Kraft. (Wasserkapacität). Man füllt den trockenen Boden wie bei der Bestimmung des Porenvolums in einen Blechcylinder (Volum v), klopft gut ein und wiegt trocken den Bestimmung der wasserzurückhaltenden Kraft.

leeren (a) und vollen Cylinder (b). Nun stellt man den Bodencylinder in ein tiefes Wassergefäss ein, so dass das Wasser fast bis an den oberen Rand des Blechcylinders reicht. Sandige Bodenarten sind sofort, lehmige oft erst nach Stunden ja Tagen gänzlich durchfeuchtet, so dass die Oberfläche des Bodens ganz nass ist. Nun hebt man den Cylinder heraus, lässt ihn auf einem Teller ablaufen, bis nur noch vereinzelte Tropfen absickern, trocknet ihn aussen ab und wiegt (c). Jetzt ist $c - b = w$ das Gewicht des zurückgehaltenen Wassers. $\frac{w \, . \, 100}{v} =$ das Gewicht des in 100 cbcm Boden zurückgehaltenen Wassers. Aus der Bestimmung des Porenvolums wissen wir, dass in 100 cbcm Boden p cbcm Poren sind.

$$p : \frac{w \, . \, 100}{v} = 100 : x$$

x = Wasserkapacität d. h. das von 100 cbcm Boden zurückgehaltene Wasser in % des Porenvolums ausgedrückt. Da die wasserzurückhaltende Kraft in erster Linie von der Menge der kapillaren Räume im Boden abhängt, so ist sie ein sehr guter Maasstab für die Engigkeit der Bodenporen. Je enger die Poren, um so geringer die Luftdurchlässigkeit. Die direkte Prüfung der Luftdurchlässigkeit ist also für praktische Zwecke durch die der Wasserkapaciät zu ersetzen.

Beispiel. Mainsand. Der Blechcylinder mit 3,2 Radius und 20 cm Höhe wiegt leer 198 g, voll Boden 1224 g, nach dem Einstellen in Wasser und Ablaufen des Ueberschusses 1374 g. Es sind also von 1224 — 198 g = 1026 g Boden zurückgehalten 1373 — 1224 = 150 g Wasser. Aus § 161 wissen wir, dass der Boden im Cylinder 254 cbcm Poren enthält. Also ist die Wasserkapazität x 254 : 150 = 100 : x. x = 59 % des Porenvolums. Aus dem Beispiel folgt, dass die Berechnung der Wasserkapazität sich vereinfacht, wenn wir sie und das Porenvolum mittelst gleich grosser Cylinder ermitteln.

Folgende Zahlen geben nach Renk einen Ueberblick über die einschlägigen Verhältnisse.

Verhalten des Bodens zu Luft und Wasser.

Alles Material ist Kalkgeröll aus dem Münchener Boden.	Porenvolum in Prozent des Gesammtvolums	Befeuchtung	Wasserkapacität in Prozent des Porenvolum	Druck Millimeter Wasser	Durchlässigkeit Liter Luft pro 1 Minute	Verlust durch: Befeuchtung in Prozent d. im trockenen Zustande durchgegangenen Luft	Verlust durch: Gefrieren nach der Befeuchtung in Prozent der im feuchten Zustande durchgegangenen Luft
Mittelkies	37,9	trocken		20	15,54	—	—
		von oben	6,6		14,63	5,8	5,2
		von unten	12,6		13,70	11,8	10,5
Feinkies	37,9	trocken		40	14,04	—	—
		von oben	7,8		13,16	6,1	5,4
		von unten	16,9		12,55	10,6	19,0
Grobsand	37,9	trocken		40	2,33	—	—
		von oben	23,4		1,91	18,0	14,1
		von unten	31,2		1,71	26,6	25,7
Mittelsand I	41,5	trocken		150	0,57	—	—
		von oben	47,0		0,11	80,7	36,4
		von unten	68,0		0,00	100,0	—
Mittelsand II	55,5	trocken		150	0,84	—	—
		von oben	36,4		0,23	72,6	100,0
		von unten	46,5		0,00	100,0	—
Feinsand	55,5	trocken		150	0,01	—	—
		von oben	65,1		0,00	100,0	—
		von unten	77,4		0,00	100,0	—
1	2	3	4	5	6	7	8

Stab 5 giebt den Druck an, unter dem die Werthe von Stab 6 erhalten sind. — Stab 7 giebt an, wieviel Prozent der Luftmenge, die durch den trockenen Boden ging, vom gleichen Boden nach seiner Benetzung durchgelassen wird. — Stab 8 giebt an, wieviel Prozent der Luftmenge, die durch den feuchten Boden ging, vom gleichen Boden nach seinem Gefrieren durchgelassen wird.

3. Untersuchung der Bodentemperatur.

Bodentemperatur.

§ 163. Ein mit seiner Kugel etwa 1 cm in den Erdboden gestecktes (zweckmässig fixirtes und durch ein Drahtgeflecht gegen Zerbrechen geschütztes) Thermometer giebt die Temperatur der obersten Bodenschicht an. Feuchter Boden erwärmt sich langsamer, hält aber die Wärme länger als trockener; dunkler Boden wird viel wärmer als gleichartiger heller. Um die Temperatur tieferer Bodenschichten in $^1/_2$ m, 1 m, und event. 3 m zu bestimmen, setzt man senkrecht einen Holzschacht von quadratischem Querschnitt und 3 m Länge in die Erde. In denselben kommen aufeinander 3 Holzklötze, die oben eiserne Bügel tragen; der unterste Klotz ist 2, der mittlere und oberste je $^1/_2$ m lang. Jeder Holzklotz trägt am unteren Ende an seiner einen Seite eine Aushölung, in der ein träges Thermometer steckt, dessen Kugel sich nach dem Einsenken des Klotzes genau in der gewünschten Tiefe befindet. Gegenüber jeder Thermometerkugel ist der Holzschacht von einem kurzen horizontalen Kupferrohr durchbrochen, das als guter Wärmeleiter der Bodentemperatur leichten Zutritt zu dem entsprechenden Thermometer gestattet.

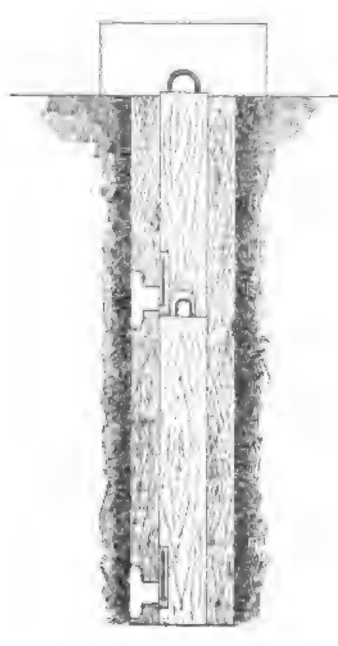


Fig. 80.

Alle 24^h, eventuell öfters, werden die Thermometerklötze mit der Hand oder (die tieferen) mit einem Haken an dem Henkel emporgezogen und rasch die Thermometer abgelesen. — Da bei uns die Gesetze der Bewegung der Bodentemperatur für praktische Zwecke hinreichend genau bekannt sind, brauchen meist keine solche Untersuchungen ad hoc angestellt zu werden (vergl. Soyka, Der Boden).

4. Bakteriologische Bodenuntersuchung.

Bakteriologische Bodenuntersuchung.

§ 164. Die qualitative Untersuchung geschieht nach der Plattenmethode unter Berücksichtigung der Winke, die unten für die quantitative Methode gegeben sind. Von pathogenen Organismen sind bisher im Boden gefunden: die Bacillen des Tetanus, des malignen Oedems und des Milzbrand und Staphylococcus pyogenes albus.

Leichter als durch Kultur, die bei dem colossalen Ueberwiegen von Saprophyten stets auf Schwierigkeiten stösst, ist der Nachweis oft durch subcutane

Ueberimpfung kleiner Bodenproben auf einige empfängliche Thiere (Meerschweinchen) (§ 74); genannte Bacillen sind so, wenn vorhanden, leicht nachzuweisen. Typhus und Cholerabakterien sind bisher im Boden nicht nachweisbar gewesen — auf letztere ist noch wenig gefahndet; erstere sind nicht mit Hilfe des Thierversuchs zu erkennen und auf der Platte sehr leicht unter massenhaften Fäulnisspilzen zu übersehen, namentlich wenn sie spärlich auftreten. In neuester Zeit hat übrigens Macè Typhusbacillen im Boden einer Typhuslokalität gefunden. — Auf Malariaerreger kann ein Boden aus Mangel an Methoden bisher nicht näher untersucht werden, doch können wir aus der Thatsache, dass Malaria an bisher immunen Orten nach Erdumwühlungen auftreten kann, auf die Anwesenheit des Malariaorganismus in gewissen Böden schliessen.

Die quantitative Untersuchung von Boden auf Spaltpilze geschieht folgendermassen: Solange es sich um oberflächliche oder durch Abgraben zugänglich gemachte Bodenschichten handelt, braucht man nur von dem fraglichen Boden mit einem in der Flamme sterilisirten Eisenlöffel etwas in sterilisirte mit Wattepfropf verschlossene Glasfläschchen zu füllen. Sollen aber die nicht ohne weiteres zugänglichen tieferen Bodenschichten untersucht werden, so bedient man sich des von Fränkel angegebenen Erdbohrers. (Zeitschr. f. Hyg., II). Quantitative Untersuchg.

Durch eine sinnreiche, einfache Konstruktion ist es möglich, in bestimmter Tiefe eine Hülse zurückzuschieben, so dass sich jetzt eine Höhlung mit der gewünschten Erde füllen kann; schiebt man die Hülse wieder zurück, so lässt sich der gefüllte Bohrer ohne Gefahr der Verunreinigung der erbohrten Probe durch oberflächliches Material heraus ziehen. Nach Zurückschieben der Hülse holt man mit einem sterilisirten Metallinstrument (Stab, Löffelchen etc.) den Boden aus der Rinne und giebt ihn in ein sterilisirtes, mit Watte verschlossenes Kölbchen. Hierauf reinigt man den Bohrer mit sterilisirtem Fliesspapier auf das energischste, namentlich die Höhlung und die Hülse und erbohrt sich dann in gleicher Weise tiefere Proben.

Untersuchung der Proben. So bald als möglich nach der Gewinnung sind die Proben durch die Plattenkulturmethode zu untersuchen, da namentlich in aus tieferen Schichten stammenden, nährstoffreichen Proben oft eine rasche und sehr beträchtliche Vermehrung der Pilze stattfindet.

Man misst mit einem kleinen halbkugeligen, scharfrandigen Stahl- oder Platinlöffelchen eine sehr kleine Menge ($^1/_{50}$ cbcm) des wenn nöthig mit Hilfe des Instrumentes etwas zerdrückten Bodens ab und bringt sie sofort in ein Röhrchen mit verflüssigter Gelatine, worin man sie mit Hilfe eines starken Platindrahtes noch weiter möglichst zerdrückt; dann vertheilt man durch sanftes Schütteln die Bakterien resp. die Erdfragmente gleichmässig und giesst entweder in eine Dose aus, oder verfertigt eine Esmarch'sche Rollplatte. Man wird stets einige Kontrollplatten anlegen.

Die Zählung der Pilze hat der zahlreichen, rasch wachsenden verflüssigenden Arten wegen stets binnen 48^h stattzufinden. Da die Kolonien dann noch klein sind, so ist Lupenanwendung und grosse Sorgfalt beim Zählen nöthig.

Die beschriebene Methode gab **Fränkel** die besten Resultate, namentlich bessere als das Aufschwemmen der Pilze der Bodenprobe in Wasser und Anlegen der Platten erst mit diesem.

Will man untersuchen, ob Dauerformen (Sporen) in dem betreffenden Boden enthalten sind, so unterwirft man die beschickten Röhrchen erst einer 1 stündigen Einwirkung einer Temperatur von 80°, ehe man die Rollplatten anfertigt. — Anaërobe Pilze sind selten.

Resultate d. Methode.

Resultate der Methode und ihre Deutung. Auf diese Weise ermittelte **Fränkel** in den oberflächlichen Bodenschichten bis zu $^3/_4$ m einen sehr hohen Gehalt an Mikroorganismen (100000—350000 in 1 cbcm[1]), sowohl in unbebautem (vegetationsreichen und vegetationsarmen) als bebautem Boden. Wenn man weiter in die Tiefe dringt, so nimmt der Pilzgehalt meist plötzlich bei 1, $1^1/_2$ oder 2 m gewaltig ab (auf 2000—200). Vielfach finden sich gar keine Mikroorganismen mehr von einer gewissen Tiefe ab, nur selten bei 3—4 m Tiefe noch eine nennenswerthe Anzahl. Auf bebautem Terrain sind die Resultate wegen des Umwühlens, der Infizirung tieferer Bodenschichten durch pilzhaltige Abwässer u. s. f. etwas unregelmässiger, aber doch im Wesentlichen die gleichen.

Keiner der von **Fränkel** gefundenen Organismen war pathogen mit Ausnahme des Bacillus oedematis maligni. In den oberflächlichen Schichten herrschten Bacillen[2]) vor, Kokken waren seltner, in den tiefen Schichten kamen namentlich Schimmelpilze, besonders eine nicht näher beschriebene braune Art vor. Aus diesen Resultaten folgt leider nur zu deutlich, dass wir vorläufig durch Pilzzählungen wenig Aussichten haben, sicherere Anhaltspunkte zur hygienischen Beurtheilung eines Bodens zu gewinnen, als wir sie sonst besitzen. Jedenfalls wird es sehr gewagt erscheinen aus einem sehr hohen Pilzgehalt der oberflächlichen Bodenschichten mit Sicherheit auf einen besonders gefährlichen Boden zu schliessen; eher möchte sich etwa die bakteriologische Bodenuntersuchung dazu verwenden lassen, eine Undichtigkeit von Behältern und Leitungsröhren für Fäkalien in tiefen Bodenschichten nachzuweisen, wenn sich an den verdächtigen Stellen ein hoher Pilzgehalt gegenüber der Pilzarmuth der Umgebung ergiebt, — doch dürften auch hier chemische Methoden und die einfache Inspektion oft ebenso sichere und bequeme Methoden sein.

---

1) Es muss hier erwähnt werden, dass **Beumer** in Greifswald und **Maggiora** in Turin weit grössere Pilzzahlen als **Fränkel** fanden, die sich z. Th. wohl durch nicht sofortiges Verarbeiten des gewonnenen Materials erklären lassen, so **Beumer** bis 45 Millionen, **Maggiora** bis 78 Millionen, doch hat Bunner auch in sofort untersuchten Proben in 1 gr $1^1/_4$ Millionen gefunden.

2) Ueber Bodenbakterien vergl. auch: **Globig** (Zeit. f. Hyg., III), worin eine Menge Arten beschrieben sind mit sehr hoch liegendem Temperaturoptimum (50—60°) und widerstandsfähigen Sporen. Ferner **Adametz**: Pilze der Ackerkrume. Dissertation, Leipzig, referirt in C. f. B., 1. S. 8. Vergl. auch Litteratur zu Wasser.

B. Beurtheilung des Bodens.

1. Beurtheilung eines Bodens als Baugrund für ein Haus resp. für eine Stadt.

Beurtheilng.

§ 165. Wo die Wahl frei steht, werden wir bevorzugen:

Lage.

1. Höhenrücken und sanfte Hügelabhänge vor Mulden und Steilhängen. An hochgelegenen Orten sind Boden und Häuser trockener, dem Winde mehr ausgesetzt; letzterer sorgt für ergiebigen Luftwechsel d. h. entfernt Rauch und schädliche Gase. Mulden sind meist schlecht entwässert, also sumpfig, und es lagert sich in ihnen eine Menge zersetzungsfähige Substanz von den umliegenden Höhen ab.

Orientirung.

2. West-, Süd- und Ostlagen vor Nordlagen. In unseren Gegenden erhalten, abgesehen von der Nordseite, die Westfronten am wenigsten, die Ostfronten am meisten von der Sonnenwärme, die Südwand nimmt eine Mittelstellung ein.

Feuchtigkeit.

3. Trockenen Baugrund gegenüber feuchtem, und zwar einerlei, ob die Feuchtigkeit von Versumpfung durch schlechte Oberflächendrainage, durch zu hochstehendes Grundwasser oder durch zeitweise Ueberschwemmung von einem Flusse herkommt. — Die Fundamente der Häuser sollen stets über dem höchsten Grundwasserspiegel liegen. Besonders Malaria spielt in feuchten Gebieten eine Rolle — wie es scheint, braucht der Malariakeim nicht vom Menschen eingeschleppt zu werden — daneben namentlich Ruhr, Gelenkrheumatismus, Cerebrospinalmeningitis. Ja auch für die Tuberkulose steht jetzt fest, dass sie durch Drainage des feuchten Städteuntergrundes vermindert werden kann. — Dagegen ist zu erwähnen, dass die mit Malaria behafteten bayerischen Moore eine auffallende Immunität gegen Cholera zeigten.

Bodenverunreinigung.

4. Von dem Gesichtspunkte aus, dass in verunreinigtem (nährstoffreichem) Boden, der in seinen Poren reichlich Luft und Wasser enthält und eine genügende Temperatur besitzt, pathogene Pilze sich vermehren und dann aus dem Boden in die Wohnungen resp. direkt oder indirekt in den Menschen gelangen können, ist als geeignetster Boden zu empfehlen:

a) Solider, wenig poröser Felsboden, ohne Klüfte und Schmutzinfiltrationen. Manche Felsen sind von Hause aus weich und porös, also so gut wie Boden mit Schmutzstoffen infiltrirbar (z. B. die berühmten Felsen von Malta), andere sind zerklüftet, die Spalten mit Geröll und Schutt gefüllt (z. B. Karst).

b) Reiner Sand- und Geröllboden. Je ärmer er an organischen Pilznährstoffen und vor allen Dingen je trockener er ist, um so weniger Aussichten wird er darbieten ein Herd für die Wucherung pathogener Organismen zu werden. Es darf hier übrigens nicht verschwiegen bleiben, dass es bisher noch bei keiner Epidemie mit unanfechtbarer Sicherheit experimentell festgestellt werden konnte, dass sich in der That die Krankheitskeime im freien Boden vermehren und dann aus dem Boden in den Menschen gelangend Epidemien erzeugen.

Boden- und Infektionskrankheiten.

Für Malaria wird dies auch ohne direkten Beweis ganz allgemein zugegeben, auch für Typhus und Cholera ist selbst ohne positive bakteriologische Beweise an der epidemiologischen Bedeutung des Bodens kaum ein Zweifel möglich. Es ist hier namentlich auf die nicht näher zu besprechenden, von Pettenkofer unermüdlich gesammelten Thatsachen, die eine örtlich-zeitliche Disposition für Typhus und Cholera beweisen, aufmerksam zu machen. Es scheint kaum möglich, sie ohne die Annahme zu erklären, dass die örtliche Disposition in der Bodenbeschaffenheit, die zeitliche Disposition in der wechselnden Befeuchtung, Erwärmung u. s. f. des disponirten Bodens ihre Erklärung finde. Jedenfalls hat kein anderer Erklärungsversuch bisher auch nur annähernd gleiche Wahrscheinlichkeit. Die Thatsache der Winterepidemien bei strengster Kälte ist übrigens geeignet, jedenfalls den Boden im Freien nicht als einzigen Ort der ektogenen Vermehrung der betreffenden pathogenen Bakterien erscheinen zu lassen. —

In feuchtem (nassem) Boden entwickeln sich die Eier von Ankylostomum duodenale und Trichocephalus dispar zu Larven, die im Menschen zum fertigen Wurme auswachsen.

2. Beurtheilung eines Bodens als Rieselfeld.

Beurtheilng. eines Bodens als Rieselfeld.

§ 166. Wenn ein Grundstück geeignet sein soll, die Abwässer einer Stadt (wohl meist inkl. der Fäkalien) aufzunehmen, so muss es folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Es muss aus durchlässigem Boden mit mässiger Wasserkapacität bestehen. Sandböden sind am geeignetsten; Kiesböden halten fast zu wenig Wasser zurück; Lehmböden sind ihrer hohen Wasserkapacität und ihrer vollkommenen Undurchlässigkeit wegen unbrauchbar.

2. Das Grundstück muss gross genug sein; einem Hektar berliner Sandboden werden auf den Rieselgütern z. B. etwa 20 cbm Rieselwasser täglich zugeführt d. h. pro qm 2 Liter.

3. Das Grundstück kann ganz arm an organischen Substanzen sein, die Pflanzen erhalten Nahrungsstoffe genug in der verdünnten Jauche.

4. Je grösser die Binde- und Oxydationskraft des betreffenden Bodens für organische Substanzen ist, um so besser ist es.

5. Das Grundstück muss vorzüglich drainirt und für das Drainagewasser ein genügender Ablauf geschaffen sein.

3. Beurtheilung eines Bodens als Kirchhof.

Beurtheilng. eines Bodens als Kirchhof.

§ 167. In der Erde sollen die Leichen möglichst rasch bis auf die Gebeine verschwinden (verwesen), ohne dass unsere Sinne von den dabei stattfindenden Vorgängen etwas bemerken.

Hierzu ist folgendes nothwendig:

1. Der höchste Grundwasserspiegel darf in einem Kirchhof bei einer Grabtiefe von 1,5—2 m nicht näher als etwa $2^1/_2$—3 m unter der Oberfläche liegen. Die grössten Feinde der Verwesungsprozesse sind zu reichliches Wasser neben Luftabschluss — dann entsteht Fäulniss, oder gar Leichenwachsbildung, durch welch' letztere die Leiche in eine später sehr schwer zerstörbare Form gebracht wird. Grundwasser.

2. Die Wasserkapacität darf nicht gross sein. In Kiesboden geht die Zerstörung am raschesten vor sich; dann folgt Grobsand, dann Feinsand; am ungünstigsten ist Lehm. Wechselnde Befeuchtung durch Niederschläge d. h. ein ab und zu befeuchteter, aber nicht nasser Boden ist günstig. In zu grobem Gerölle kann das Ausheben des Grabes Schwierigkeiten machen, Felsboden ist natürlich ganz ungeeignet. Feuchtigkeit.

3. Ebenen (namentlich Hochebenen) oder sanfte Abhänge eignen sich mehr als steile Hänge. An letzteren kann es leicht vorkommen, dass die Leichen in dem oberen Theile des Abhanges zu trocken liegen, da das Regenwasser zu rasch abläuft, so dass Mumifikation droht; umgekehrt kann im untersten Theile des Abhanges der Wassergehalt ein zu grosser sein. Terrainbeschaffenheit.

In Bezug auf die Gefahr der Nähe eines Kirchhofes bei bewohnten Quartieren hat man sich nach einer langen Periode absolutester Sorglosigkeit (Massengräber auf dem engsten Raume, in Kirchen, Gewölben etc., im Centrum der Städte) übertriebene Vorstellungen von der grossen Gefahr gemacht. Einfluss auf die Umgebung.

Ein richtig angelegter Kirchhof entsendet keine Leichengase — nur wenn man in zu raschem Turnus die Benützung wiederholt, können üble Gerüche dadurch entstehen, dass beim Umgraben noch Reste fäulnissfähiger Substanzen an die Oberfläche gelangen. Die Leichen verunreinigen zwar den Boden, wenn aber das Grundwasser nicht zeitweise in die Gräber steigt und sie auslaugt, bleibt dasselbe rein und wohlschmeckend, wie zahlreiche Analysen beweisen. — Die pathogenen Pilze halten sich nur kurze Zeit, meist nur 8—14 Tage, seltener 3 Wochen in Leichen; besser bei niederer als bei hoher Temperatur, besonders schlecht, wenn die Leiche in Wasser fault. (Vergl. v. Esmarch, Zeitschr. f. Hyg. VII). Aber auch lebenszähe Pilze würden aus den Leichen nur unter ganz besonderen Ausnahmen (Spaltenbildungen und dergl. im Boden) in's Grundwasser gerathen; die filtrirende Wirkung des Bodens schützt für gewöhnlich vollkommen dagegen.

Litteratur.

1. Arbeiten über Methoden:

Renk, Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft. Zeitschrift für Biologie Bd. XV. Grundlegende Arbeit für die einfachen physikalischen Methoden der hygienischen Praxis.

Steinriede, F., Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse. Leipzig. 1887. Sehr eingehend. Alle Methoden der Mineralogie verwendend. Viel eigene Forschung.

Wahnschaffe, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenanalyse. Berlin. 1887. Methode klar und umfassend mit besonderer Berücksichtigung der agrikulturchemischen Seite. Für eingehendere Studien unentbehrlich. 57 Abbildungen. Keine Beurtheilung.

2. Arbeiten, die Material zur Beurtheilung des Bodens liefern:

Soyka, Der Boden. (Band von v. Pettenkofer und v. Ziemssen, Handbuch der Hygiene.) Leipzig. 1887. Ausführlichste kritische Zusammenstellung unserer gesammten Kenntniss vom Boden. Als vorzügliches Werk anerkannt.

Soyka, Boden. Artikel in Eulenbergs Realencyklopädie. Kurz, mehr die praktische Seite betont, grosse Sammlung von praktischen Erfahrungen über den Bodeneinfluss auf Epidemien. Viele Litteraturangaben.

Wolffhügel, Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle, Abort- und Düngergruben. Z. f. B., XI.

v. Pettenkofer, Zum gegenwärtigen Stande der Cholerafrage. Arch. für Hyg. V., VI., VII. und separat. Bringt in zahlreichen Beispielen und mit vielen Litteraturangaben die gegenwärtigen Ansichten v. Pettenkofers über die Bedeutung des Bodens für Typhus und Cholera.

Schuster, Beerdigungswesen. } Leipzig 1882 in v. Pettenkofer's u. v. Ziemssen's
Flügge, Anlage von Ortschaften. } Handbuch der Hygiene. II. I. 1.

Verhandlungen des Vereins für Gesundheitstechnik in Bonn 1888: Ueber Kirchhöfe.

III. Abschnitt.

Das Wasser.

A. Untersuchung des Wassers.

§ 168. Aus den verschiedensten Gründen kann an den Hygieniker die Aufgabe herantreten, sich über ein Wasser auszusprechen. Folgendes sind die wesentlichsten bei einer Untersuchung zu berücksichtigenden Punkte: Hauptaufgaben der Untersuchg.

I. Probeentnahme und physiologisch-physikalische Vorprüfungen.
   1. Entnahme der Wasserprobe.
   2. Prüfung durch Gesicht, Geruch und Geschmack.
   3. Prüfung einer Quelle auf Temperatur und Ergiebigkeit.

II. Chemische Untersuchung (qualitativ und quantitativ).
   1. Abdampfrückstand und Glühverlust.
   2. Die Säuren.
   3. Die Basen.
   4. Organische Substanz.
   5. Zusammenstellung der Resultate.

III. Mikroskopische Untersuchung.

IV. Bakteriologische Untersuchung.

I. Probeentnahme und physiologisch-physikalische Vorprüfung.

1. Entnahme der Wasserprobe[1]).

§ 169. Das Wasser darf zur Untersuchung aus Pumpbrunnen stets erst nach längerem Pumpen aufgesammelt werden (Abpumpen von etwa 100 Liter), weil gar nicht selten das in der Pumpröhre stehende Wasser sowohl an chemischen Substanzen (namentlich Ammoniak) als Mikroorganismen einen weit höheren Gehalt hat, als das später geförderte. Aus Leitungsröhren wird man im All- Entnahme der Probe.

---

1) Wasserentnahme zu bakteriologischen Zwecken siehe § 200.

Das Einfüllen. gemeinen auch erst eine Weile das Wasser ablaufen lassen, dagegen gleich die ersten Proben untersuchen, wenn es sich um den Nachweis von Schwermetallen handelt. Aus offenen Wasserläufen, Kanälen etc. wird geschöpft, indem man die Flasche (den Boden gegen die Stromrichtung) 20—30 cm weit untertaucht und dann umkehrt. Entnahme von Wasser aus bestimmten Tiefen in einem Schacht, See etc. macht man am besten nach Lepsius (Tiemann-Gärtner, Seite 33).

Die Flaschen und ihr Verschluss. Meist genügen 2 Liter Wasser zur chemischen Untersuchung. Man füllt das Wasser in sorgfältigst gereinigte und schliesslich einigemal mit dem zu untersuchenden Wasser ausgespülte, weisse Glasflaschen. Fehler entstehen zuweilen durch Darinbleiben von Resten von Reinigungsmitteln, Alkohol, Säure, Schrotkörnern etc. Man verschliesst die Flaschen entweder mit neuen, stark gebrühten und am Besten nach dem Trocknen in geschmolzenes Paraffin getauchten Korken, die nach dem Einschlagen abgeschnitten und versiegelt werden; oder man nimmt noch besser Flaschen mit eingeschliffenen Glasstöpseln, die man durch Ueberbinden mit Pergamentpapier festhält. Jede Flasche wird etiquettirt und wenn möglich zur Sicherung gegen Unklarheit beim Loslösen der Etiquette mit einem Diamanten noch mit irgend einer Nummer versehen, deren Bedeutung man sich notirt.

Aufbewahren von Wasser. Kann Wasser nicht gleich untersucht werden, so ist es an einem kühlen Orte (Keller oder dergl.) am besten im Eisschrank aufzubewahren. Versäumt man dies, so finden weitere Veränderungen der Wasserbestandtheile statt, namentlich der stickstoffhaltigen. Vergl. auch Seite 234.

2. Prüfung durch die Sinne.

Prüfung des Geruchs. § 170. 1. Zur Ermittelung des Geruches des Wassers erwärmt man es auf circa 50° in einem halbgefüllten grossen Kolben. Beim Umschwenken nimmt man den Geruch besonders deutlich wahr.

Vermuthet man Schwefelwasserstoff gerochen zu haben, so setzt man etwas Kupfersulfatlösung zu. Auftreten einer schwärzlichen Färbung und Verschwinden des Geruches durch Bildung von CuS bestätigt die Vermuthung, während Geruch nach Moder (durch Schimmelpilze bedingt), Jauche u. s. f. bestehen bleibt. Auch Leuchtgasgeruch ist sehr leicht zu erkennen. Schärfer prüft man auf Schwefelwasserstoff nach § 186.

Prüfung des Geschmacks. 2. Um den Geschmack zu prüfen, verwendet man das Wasser frisch; ist es sehr kalt oder warm, so bringt man es auf 10—12° C. Verunreinigungen durch Eisensalze, Leuchtgas, Moder und Fäulnissprodukte und eventuell grosse Kochsalzmengen werden leicht geschmeckt. Für die Wahrnehmung der Härte (vergl. § 191) eines Wassers sind verschiedene Personen sehr verschieden befähigt; ich habe in eigens dazu angestellten Versuchen öfters weichstes und härtestes Wasser (0—3 und 33 Härtegrade) verwechseln sehen. Die gewöhnlichen Behauptungen,

dass Luft- und Kohlensäuregehalt ein Wasser wohlschmeckend machen, Salpetersäure und salpetrige Säure dem Wasser eine gewisse pikante Frische verleihen — entbehren noch eines strengen Beweises, jedenfalls treten alle diese Faktoren gegenüber dem Einfluss der Temperatur zurück.

3. Optische Untersuchung. Bekanntlich ist reines Wasser und solches, das nur farblose Salze enthält, in dünner Schicht farblos, in dicker bläulich. Gelöste Stoffe färben das Wasser am häufigsten gelblich oder bräunlich (Jauche, Huminkörper), nur selten in anderen Farben (Färbereiabwässer). Die wichtigsten suspendirten Stoffe sind: Lehm (gelblich, grünlich), an der Luft ausgefallenes Eisenoxydhydrat (rothbraun), Schwefel (gelblichweiss), kohlensaurer Kalk (weiss), Schwefelmetalle, namentlich Schwefeleisen und Schwefelblei (schwarz), unlösliche Huminsubstanzen aus Mooren (braunschwarz), Flocken von Wasserspaltpilzen (Crenothrix, Cladothrix, Beggiatoa) weisslich bis bräunlich. — Vergl. auch Seite 95.

Optische Untersuchg.

Färbung durch gelöste und suspendirte Stoffe.

In zweifelhaften Fällen überzeugt man sich vom Bestehen einer abnormen Farbe durch Einfüllen des Wassers in einen hohen, mit Papier umwickelten Glascylinder (z. B. Litermesscylinder), den man neben einen gleichen mit reinem Wasser gefüllten Cylinder über weisses Papier hält. Beim Durchblicken durch die beiden ca. 40 cm hohen Schichten wird eine einigermassen beträchtliche Farbendifferenz erkannt. Diese Methode dürfte für praktische Zwecke meist genügen.

Verschärfen kann man dieselbe, wenn man die Glascylinder durch eine 1 m lange, innen geschwärzte, unten mit einem farblosen Glasfenster versehene Messingröhre ersetzt, die auf 3 ca. 10 cm hohen Füssen steht. Man blickt gegen ein von der Sonne beleuchtetes Papierblatt. Braunfärbungen hat man durch kolorimetrischen Vergleich mit einer Lösung von gebranntem Zucker (Karamel) quantitativ abgeschätzt. Nicht selten wird beobachtet, dass klar gewonnenes Wasser sich beim Stehen ziemlich rasch trübt; es ist dies namentlich bei den Wässern aus Tiefbrunnen in der norddeutschen Tiefebene etwas ganz Gewöhnliches. Aus dem Eisenoxydulkarbonat, das hier selten ganz fehlt, scheidet sich, wenn das Wasser offen steht, durch die Einwirkung des Sauerstoffes Eisenoxydhydrat ab. — Auch Calciumkarbonat scheidet sich beim Stehen in offenen Gefässen aus an Bikarbonaten reichen Wässern krystallinisch als Häutchen aus.

Zur Entscheidung der Frage, ob die Färbung eines Wassers von gelösten oder suspendirten Bestandtheilen herrührt, hat eine Filtration stattzufinden; wendet man dazu ein kleines dichtes, vorher trocken gewogenes Filter an, so kann man die Menge des Niederschlages nach Trocknen desselben durch ein zweites Wiegen bestimmen. Verascht man nachher Filter und Rückstand, so erhält man nach Abzug der Filterasche die Menge der anorganischen Rückstandbestandtheile. Aeusserst fein suspendirte Stoffe passiren freilich auch manchmal gute Filter.

Trennung von gelösten und suspendirten Stoffen.

Allen chemischen Untersuchungen hat eine gründliche Filtration vorherzugehen, sowie das Wasser nicht klar ist; nur das Filtrat wird gewöhnlich als „Wasser“ weiter untersucht.

3. Untersuchung einer Quelle auf Temperatur (Celsius) und Ergiebigkeit.

Prüfung der Wasser-temperatur.

§ 171. Diese Bestimmungen können der Natur der Sache nach nicht im Laboratorium vorgenommen werden, sondern haben an Ort und Stelle und zwar, wenn irgend möglich, mehrmals zu trockenen und nassen, heissen und kühlen Zeiten stattzufinden.

Die Temperatur wird, wenn es sich um zu Tage liegendes Wasser handelt, einfach durch Hineinhalten eines Thermometers bestimmt; sind Temperaturen in Brunnenschachten etc. zu messen, so wendet man am besten Thermometer von folgender Konstruktion an: Das Quecksilbergefäss wird von einem Metallbecher umgeben, der sich beim Eintauchen mit Wasser füllt und gefüllt herausgezogen wird, so dass eine Veränderung des Thermometerstandes verhindert wird. Improvisiren kann man sich einen ähnlichen Wärmeschutz durch dickes Umwickeln der Kugel mit Baumwolle und Bindfaden.

Ergiebigkeit einer Quelle.

Die Ergiebigkeit einer Quelle zu prüfen, wird meist Aufgabe des Technikers sein; bei kleinen Quellen lässt sich minutenweise das gelieferte Wasser auffangen und messen, bei grossen wird der Querschnitt des Quellbaches und die Wassergeschwindigkeit an vielen Stellen desselben bestimmt, eine einfache Rechnung (analog den bei Ventilationsberechnungen) ergiebt die Wassermenge pro Sekunde oder Minute. Ausgedrückt wird die Menge stets in Minutenlitern oder Sekundenlitern; 400 Sekundenliter Wasser besagt z. B., dass pro 1 Sekunde 400 Liter Wasser fliessen.

Ergiebigkeit von Pumpbrunnen.

Die Ergiebigkeit eines Pumpbrunnens zu bestimmen, wird nicht selten vom Hygieniker verlangt; die Aufgabe wird so gelöst, dass untersucht wird, wieviel Wasser darf pro Stunde ausgepumpt werden, ohne dass das Wasserniveau sich wesentlich senkt. Soll dabei ein brauchbares Resultat erzielt werden, so muss das Pumpen einige Stunden lang fortgesetzt und immer von Zeit zu Zeit gemessen werden. Zur Bestimmung der geförderten Wassermenge bedient man sich am besten zweier vorher durch Füllen mit kleineren Maassgefässen geaichter hölzerner Bottiche, die abwechselnd gefüllt werden. Solche Experimente werden zuweilen mit Dampfpumpen in besonders angelegten Versuchsbrunnen vorgenommen, wenn es sich um die Versorgung einer Stadt mit Grundwasser handelt.

Fig. 81. Schälchenapparat.

Grundwassermessung.

§ 172. Um den Stand des Wassers (Grundwassers) im Brunnen genau und zuverlässig messen zu können, verfährt man nach Pettenkofer folgendermassen. Am Ende eines hinreichend (meist 10 m) langen, in Decimeter getheilten Messbandes hängt ein messingener, in Abständen von 1 cm mit kleinen, flachen, horizontalen Schalen besetzter Stab, „der Schälchenapparat“ (Fig. 81).

Es wird nun das Messband vorsichtig abgewickelt und mit dem Schälchenapparat voran in den Brunnen hinabgelassen, nachdem die den Schacht verschliessende Eisen- oder Steinplatte entfernt (Fig. 82 d) ist. Man gewahrt am Grunde

des Schachtes eine kleine, glänzende, ruhende Wasserfläche, die plötzlich in zitternde Bewegung geräth, wenn die Spitze des Schälchenapparates den Spiegel berührt. Von diesem Momente ab senkt man das Messband nur noch so lange, bis der obere Rand der Schachtöffnung mit dem nächsten Decimeterstrich des Bandes zusammenfällt. Es wird nun das Band herausgezogen und an demselben die Anzahl der Meter und Decimeter abgelesen, die der Brunnen tief ist; zu dem so gefundenen Werthe addirt man das Stück Schälchenapparat, das über den Wasserspiegel hervorragte, resp. soviele Centimeter als Schälchen ungefüllt geblieben sind.

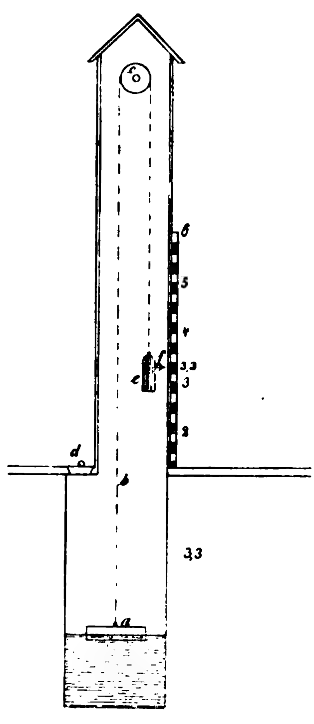


Fig. 82.
Brunnen zur ständigen Grundwasserbeobachtung eingerichtet.

Hätten wir z. B. am Messbande 3,6 m abgelesen und wären noch zwei Schälchen ungefüllt geblieben, so wäre das Wasserniveau 3,62 m unter der Erdoberfläche

Der Anfänger macht zuweilen den Fehler, die oft nicht leicht zu bemerkende Bewegung des Wasserspiegels zu übersehen und das Messband soweit zu senken, dass der Schalenapparat ganz unter Wasser geräth, und sogar das Messband benetzt wird; eine solche Messung ist natürlich unbrauchbar und muss, nachdem die Schälchen ausgeleert sind, wiederholt werden. Ueberhaupt wird der Anfänger gut thun, stets 2–3 Bestimmungen nacheinander auszuführen und denselben erst, wenn sie übereinstimmen, Werth beizulegen.

Es darf für genaue, wiederholte Beobachtungen des Grundwassers nicht unterlassen werden, das Messband von Zeit zu Zeit zu kontrolliren, da sich die gebräuchlichen Leder- und Wachsleinwandstreifen bedeutend in ihrer Länge im Laufe der Zeit verändern.

Station für permanente Grundwasserbeobachtung.

Soll ein Brunnen zu ständigen Grundwasserbeobachtungen eingerichtet werden, so geschieht dies am besten folgendermassen (Fig. 82):

Es wird auf den Wasserspiegel eine flache, vielleicht 20 cm im Durchmesser haltende und 3 cm hohe Büchse aus dünnem Messingblech (*a*) aufgesetzt, die als Schwimmer funktionirt.

Diese Büchse ist an einer Kette befestigt, die oben über eine Rolle läuft und an ihrem anderen Ende ein angemessenes Gewicht (*e*) trägt, aus dem ein (*f*) Zeiger vorspringt. Steigt das Grundwasser, so hebt sich der Schwimmer und der Zeiger sinkt; fällt der Wasserspiegel, so tritt das umgekehrte ein. Man braucht deshalb bloss eine Skala dem Zeiger gegenüber aufzustellen und dafür zu sorgen, dass der Zeiger einmal richtig eingestellt ist, so hat man einen Apparat, der immer eine sofortige Ablesung erlaubt. Das erste Einstellen des Zeigers geschieht so, dass man mit dem Messband und Schälchenapparat wie oben beschrieben den Wasserstand misst und dann so lange durch Längenänderungen der Kette resp. durch Verschieben des Zeigers den Zeigerstand ändert, bis er auf den Skalenpunkt zeigt, der durch die Messbandablesung gefunden wurde. Selbstverständlich muss der Apparat zuweilen mit dem Messband kontrollirt werden.

Gewöhnlich pflegt man die ganze Ablesevorrichtung in eine Art Schrank einzuschliessen, dessen Thüre nur zur Beobachtung des Zeigers geöffnet wird; es wird dadurch eine Beschädigung von Skala und Kette durch Witterungseinflüsse und Zufälle vermieden.

II. Chemische Untersuchung.

1. Abdampfrückstand und Glühverlust.

Vorkommen.

Abdampfrückstand.

§ 173. Wasser ohne feste Bestandtheile findet sich in der Natur nicht. Regenwasser ist äusserst arm daran, über den Einfluss des Gesteins auf die Zusammensetzung von Quellwässern vergl. § 202. Auch Abfallstoffe des menschlichen Haushaltes finden sich oft in Menge gelöst.

Quantitative Bestimmung.

Man misst im Messkolben 500 cbcm Wasser ab (bei grossen Rückstandsmengen nur 250), wiegt eine Schale von Platin oder dünnem Porzellan von etwa 60 cbcm Inhalt und füllt etwa 50 cbcm des Wassers hinein. Das Wasser verdampft man nach den Regeln des § 1 erst auf dem Asbestteller — wobei aber lebhaftes Kochen zu vermeiden ist — indem man stets aus dem abzudampfenden Wasservorrath nachgiesst. Ist das Wasservolum sehr klein geworden (ca. 20 cbcm), so bringt man es auf dem Wasserbade zur Trockne und hält den Rückstand 3^h bei 100^0 im Trockenschranke, wiegt, trocknet nochmals 3^h und wiegt wieder. Sollte noch keine Gewichtskonstanz eingetreten sein, so ist dies ein drittes Mal zu wiederholen. Die Differenz des Gewichtes der Schale mit und ohne den Rückstand mal 2 (resp. 4) giebt die Trockensubstanz in 1 Liter Wasser.

Einfluss der Trocknungstemperatur auf das Rückstandgewicht.

Früher trocknete man vielfach bei 180^0, bei welcher Temperatur sich der Rückstand schon theilweise zersetzt; es wird diese hohe Temperatur jetzt noch empfohlen, wenn man durch Subtraktion aller einzeln ermittelten anorganischen Bestandtheile vom Gewicht des Trockenrückstandes die organischen bestimmen will (siehe § 174). Die Temperatur von 180^0 ist auch zu wählen, wenn es sich um gipsreiche Wässer handelt, da sich Gips bei 100^0 mit 2 Molekülen Krystallwasser abscheidet, die erst bei 180^0 weggehen. Oder es ist für jedes mg SO_3 0,45 mg Krystallwasser von dem bei 100^0 gefundenen Rückstande abzuziehen; jedenfalls ist die Trocknungstemperatur anzugeben.

Glühverlust.

§ 174. Einst war allgemein üblich, den Trockenrückstand zu glühen und den glühbeständigen Theil, den sogenannten Glührückstand, auf anorganische Substanz, das verschwundene Gewicht auf organische Substanz zu beziehen. Heutzutage legt man nur mehr geringen Werth auf die Kenntniss der Glühverlustmenge, da ausser den organischen Substanzen auch anorganische Veränderungen erleiden; so werden Karbonate, Nitrite, Nitrate, Sulfide etc. theilweise zersetzt, Alkalien verflüchtigt u. s. w.

Immerhin hat es noch Interesse (als Vorprüfung), den Abdampfrückstand zu erhitzen; bleibt er weiss, so liegt ein Wasser vor, das sehr arm an organischen Substanzen ist; gelbe bis bräunliche, leicht bei weiterem Glühen in Weiss übergehende Färbung bedeutet geringen Gehalt daran; tritt intensiv dunkelbraune bis schwarze Färbung (durch Kohle) auf, die erst bei längerem Glühen

einer weissen Färbung Platz macht, so ist das Wasser als reich an organischen Substanzen zu bezeichnen. Ein grosser Gewichtsverlust spricht auch für starken Gehalt an organischer Substanz. Bei gipsreichen Wässern schmilzt der Trockenrückstand zuerst unter Abgabe des Krystallwassers; ein lockerer, leichter, weisser Rückstand lässt auf viel Magnesium schliessen u. s. f.

2. Chlor (Chlorwasserstoffsäure, Chloride).

Vorkommen.

§ 175. Chlor findet sich meist an Natrium, seltener an Kalium, Calcium und Magnesium gebunden fast in allen Wässern; freies Chlor nur äusserst selten in Fabrikabwässern. Chlor.

Qualitativer Nachweis.

Zum Nachweise von Chloriden säuert man ca. 10 cbcm des zu untersuchenden Wassers mit einigen Tropfen chlorfreier Salpetersäure an und versetzt mit ein Paar Tropfen Silbernitratlösung; bei reichlicher Anwesenheit von Chloriden entsteht ein weisser, käsiger Niederschlag, sind die Chloride nur in sehr geringen Mengen vorhanden, bloss eine weisse Trübung oder Opalescenz von Chlorsilber: Qualitativer Nachweis.

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3.$$

Der Zusatz von Salpetersäure darf nicht unterbleiben, denn Silbernitrat fällt z. B. auch kohlensaure und phosphorsaure Salze, die aber in Salpetersäure löslich sind. Die vollkommene Unlöslichkeit des Chlorsilbers in Salpetersäure sowie seine Löslichkeit in Ammoniak lassen Chloride sicher erkennen.

Quantitative Bestimmung.

Prinzip. Zu diesem Zwecke steht eine Methode von Mohr zu Gebote, die — wenn gewisse einfache Vorsichtsmassregeln beobachtet werden — zu den schärfsten und dabei einfachsten der Chemie gehören. Wenn man nämlich in eine neutrale Flüssigkeit, die Chloride und gleichzeitig neutrales Kaliumchromat enthält, Silbernitratlösung fliessen lässt, so beobachtet man erst eine bleibende Umsetzung von Kaliumchromat mit Silbernitrat zu rothbraunem Silberchromat, wenn das letzte Molekül Alkalichlorid sich mit Silbernitrat zu weissem Silberchlorid umgesetzt hat. Es findet also zuerst, und zwar so lange noch ein Molekül Alkalichlorid vorhanden ist, die Umsetzung statt: Quantitative Bestimmung

$$NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl,$$

dann aber die Reaktion:

$$K_2CrO_4 + 2AgNO_3 = 2KNO_3 + Ag_2CrO_4.$$

Herstellung der titrirten Flüssigkeit. Man verfertigt sich eine 1/10 Normalsilberlösung[1]) (16,97 g Silbernitrat in 1 Liter), von der jeder Kubikcentimeter 3,54 mg Chlor entspricht.

1 Molekül $AgNO_3$ ist mit einem Atom Chlor nach obiger Formel gleichwerthig, also entsprechen 107,7 + 14 + 3 . 16 = 169,7 gr $AgNO_3$ genau 35,4 g Chlor; oder 1 cbcm 1/10 Normalsilberlösung = 3,54 mg Chlor.

Das Silbernitrat ist rein käuflich und bleibt brauchbar, wenn es in gut schliessenden schwarzen Flaschen aufbewahrt wurde. Auch die Silberlösungen sind gut verschlossen aufzubewahren in Flaschen, die aussen mit Asphaltlack geschwärzt sind.[2])

Ausführung. Zur Titrirung färben wir 100 cbcm Wasser mit 3 Tropfen neutraler Kaliumchromatlösung hellgelb und tröpfeln nun vorsichtig die Silberlösung hinzu, wobei wir mit einem Glasstabe umrühren. Zuerst erzeugt das Einfallen der Silberlösung in der blassgelben Flüssigkeit eine weisse Trübung, wodurch die Flüssigkeit grünlich weiss erscheint. Bei weiterem Zusetzen von Silbernitrat nimmt die Trübung zu, endlich beginnen einfallende Silbernitrattropfen eine rothbraune Farbe hervorzubringen, die anfangs beim Umrühren wieder vollkommen schwindet, endlich aber — und in diesem Momente muss mit der Titrirung aufgehört werden — ganz schwach bestehen bleibt. Wir wissen nun, dass sich eben alles Chloralkali in Chlorsilber verwandelt hat. Haben wir z. B. 0,7 cbcm Silberlösung verbraucht, so haben wir in 100 Wasser 0,7 . 3,54, in 1000 Wasser 0,7 . 35,4 mg Chlor. Ist der Chlorgehalt eines Wassers sehr schwach, so engen wir am besten 200 cbcm auf ca. 100 ein.

3. Schwefelsäure (Sulfate).

Vorkommen.

Schwefelsäure.

§ 176. In den meisten Wässern in Spuren, reichlich in solchen, die aus gipshaltigem Gestein kommen. Die Schwefelsäure ist meist an Calcium, seltener an Alkalien gebunden.

Qualitativer Nachweis.

Qualitativer Nachweis.

Man versetzt das Wasser im Reagenzglase mit etwa 1 cbcm Chlorbaryumlösung und fügt Salzsäure hinzu; der entstehende in Salzsäure unlösliche Niederschlag von schwefelsaurem Baryt beweist sicher die Anwesenheit von Schwefelsäure.

$$H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2HCl.$$

Versäumte man den Zusatz von Salzsäure, so könnten auch durch Karbonate und Phosphate etc. weisse Niederschläge entstehen.

---

[1]) Wer viel arbeitet, wird statt dieser verbreitetsten Lösung eine Silbernitratlösung mit 4,793 g im Liter anwenden, von der 1 cbcm — 1 mg Chlor.

[2]) Zur Kontrolle der Silberlösung macht man sich eine 1/10 Normalchlornatriumlösung, d. h. man bringt c. 10 g reinstes Chlornatrium in einem Porzellantiegel mit Deckel auf eine kleine Flamme und erwärmt es bis alles Krystallwasser unter Knistern entwichen ist; nach Abkühlen im Exsiccator wiegt man hiervon 5,840 g ab. 10 cbcm davon müssen genau 10 cbcm Silberlösung entsprechen.

Quantitative Bestimmung.

Quantitative Bestimmung

Prinzip. Man verwandelt alle Schwefelsäure in schwefelsauren Baryt, den man trocknet und wiegt.

Ausführung. Je nachdem man bei der qualitativen Probe nur eine Trübung oder eine kräftige Reaktion erhalten hat, nimmt man 1000, 500 oder 250 cbcm Wasser in Arbeit. Braucht man 1000 oder 500, so dampft man nach Ansäuerung mit etwas HCl auf ca. 200 ab. Zur Fällung erhitzt man in einem dünnwandigen Becherglase auf einem Drahtnetze bis zum schwachen Kochen, nachdem man mit wenig Salzsäure angesäuert hat, und lässt nun langsam unter Umrühren eine verdünnte heisse Chlorbaryumlösung einfliessen (eine konzentrirte Lösung etwa 5—10 Mal verdünnt), wodurch sich die klare Flüssigkeit trübt. Allmählich setzt man mehr und konzentrirtere Chlorbaryumlösung zu bis auf einen neuen Zusatz keine Verstärkung der Trübung mehr in dem Wasser entsteht. Bei sehr reichlich Schwefelsäure enthaltenden Wässern kann man über diesen Moment im Zweifel sein; man lässt dann nach Wegnehmen der Flamme das Baryumsulfat kurze Zeit absitzen und wieder einige Tropfen des Reagens einfliessen; entsteht hierdurch eine neue Trübung, so muss weitere Chlorbaryumlösung zugefügt werden. Nach Vollendung der Fällung lässt man das Glas mindestens 2^h bedeckt stehen; es setzt sich der Niederschlag zu Boden, und man giesst nun leicht die überstehende Flüssigkeit klar durch ein kleines Filter ab und kocht den Niederschlag einigemal mit Wasser aus, das man stets auf's Filter abgiesst, so bald sich der Niederschlag wieder abgesetzt hat. Sowie das ablaufende Filtrat keine Chlorreaktion (§ 175) mehr giebt, bringt man genau nach § 7 den Niederschlag auf das Filter.

Dieses wird getrocknet, der Niederschlag über einem Bogen Glanzpapier vorsichtig in einen Platintiegel herausgeschüttet, das Filter für sich am Platindraht verbrannt, die Asche mit dem Niederschlage vereinigt, 10 Minuten erhitzt, nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen. Die Gewichtszunahme des Tiegels besteht aus Baryumsulfat + Filterasche.

Ba	136,9	S	32
S	32	O_3	48
O_4	64		
	232,9		80

In 232,9 g Baryumsulfat sind 80 g SO_3 enthalten.
1 mg Baryumsulfat entspricht x SO_3.

$$232{,}9 : 80 = 1 : x \qquad x = 0{,}3434.$$

Sind 123 mg Baryumsulfat gefunden, so sind 123 . 0,3434 = 42,2 mg SO_3 vorhanden. Stammen sie aus 500 oder 250 Wasser, so ist mit 2 resp. mit 4 zu multipliziren, um die Menge in 1 Liter zu finden.

Titrirung der Schwefelsäure nach Wildenstein.

Titrirung nach Wildenstein

(Die Methode ist bisher wenig üblich, aber nach Tiemann-Gärtner so genau fast wie die gewichtsanalytische Methode.)

§ 177. Prinzip: Chlorbaryum, im Ueberschuss dem Wasser zugesetzt, fällt alle Schwefelsäure; das überschüssige Chlorbaryum wird durch Kaliumchromat gelblich-

weiss gefällt als Baryumchromat; erst wenn die Fällung vollständig ist, färbt sich die Flüssigkeit gelb.

Titrirte Lösungen: $^1/_{10}$ normal Chlorbaryum. 12,185 trockenes krystall. Baryumchlorid ($BaCl_2 + 2H_2O$) werden zu 1 Liter gelöst., da

$$\frac{136{,}9 + 2 \cdot 35{,}4 + 2 \cdot 16 + 4 \cdot 1}{2 \cdot 10} = 12{,}185;$$ davon entspricht 1 cbcm genau 4 mg, d. h. $\frac{32 + 3 \cdot 16}{2 \cdot 10}$ mg SO_3. Sodann bedürfen wir $^1/_{10}$ normal Kaliumammoniumchromatlösung.

Kaliumbichromat wird durch wiederholtes Umkrystallisiren völlig schwefelsäurefrei gewonnen, zwischen Fliesspapier getrocknet und 7,370 g davon abgewogen. In ca. 100 cbcm Wasser gelöst, bringt man dies in einen Literkolben, fügt tropfenweise so viel Ammoniak zu, bis die orangerothe Farbe rein gelb geworden ist, unter Bildung von neutralem chromsaurem Kali und neutralem chromsaurem Ammoniak.

$$K_2Cr_2O_7 + 2NH_3 + H_2O = K_2CrO_4 + (NH_4)_2CrO_4$$

und füllt zum Liter auf.

Gleiche Volumina Chromatlösung und Chlorbaryumlösung müssen einen gelbweissen Niederschlag und eine farblose Flüssigkeit liefern, in der weder Schwefelsäure einen Niederschlag von $BaSO_4$ noch Silbernitrat eine Braunfärbung durch Ag_2CrO_4 hervorbringt.

Ausführung: Man behandelt Wasser so, wie bei der Bestimmung der bleibenden Härte (§ 192) angegeben[1]).

Davon erhitzt man 100 cbcm in einem Kölbchen, das bei 150 cbcm eine Marke trägt, zum Sieden, setzt 10 oder 20 cbcm Chlorbaryumlösung zu, je nachdem ein schwefelsäurereiches oder -armes Wasser vorliegt. Man kocht dann einige Minuten und giebt nun so lange Kaliumchromatlösung zu, bis eine abfiltrirte Probe der Flüssigkeit eben schwach gelblich erscheint.

Man unterbricht das Erhitzen, filtrirt heiss und bestimmt nun kolorimetrisch, wie viel Chromat man zuviel zusetzte. 100 cbcm werden dazu in einen engen Messcylinder abgehoben, in einem gleich weiten 100 cbcm dest. Wasser mit so viel cbcm Kaliumchromatlösung versetzt, bis Farbengleichheit vorhanden ist. Die so gefundene Menge muss mit $^3/_2$ multiplizirt vom verbrauchten Chromat abgezogen werden.

Beispiel: 100 cbcm gekochtes Wasser werden mit 20 cbcm Baryumlösung versetzt. 14,9 cbcm Kaliumchromat zugesetzt, fällten alles überschüssige $BaCl_2$ und färbten die überstehende Flüssigkeit. 100 cbcm Wasser wurde von 0,25 cbcm Chromat ebenso gefärbt.

$20 - 14{,}9 + {}^3/_2 \cdot 0{,}25 = 5{,}5$ cbcm Chlorbaryum sättigen alle Schwefelsäure, also sind $5{,}5 \cdot 4 = 22$ mg SO_3 in 100 cbcm oder 220 in 1000 enthalten.

4. Kohlensäure (Karbonate und Bikarbonate).

Vorkommen.

Kohlensäure

§ 178. Kohlensäure kommt im Wasser theils absorbirt (frei), theils an Alkalien und namentlich Erdalkalien gebunden vor. Die Bindung geschieht vorwiegend in der Form von sauren Erdalkalisalzen, vor allem saurem Calciumkarbonat $Ca<\begin{matrix}CO_2OH\\CO_2OH\end{matrix}$ gewöhnlich Calciumbikarbonat genannt. Durch Kochen (z. Th.

[1]) In unausgekochtem Wasser würden die Bikarbonate Chlorbaryum in Baryumkarbonat verwandeln.

schon beim Offenstehen der wässerigen Lösung dieses Salzes, z. B. in Seen) zerfällt dasselbe in Kohlensäure und neutrales Calciumkarbonat:

$$Ca \lt \begin{matrix} CO_2OH \\ CO_2OH \end{matrix} = CaCO_3 + CO_2 + H_2O.$$

$CaCO_3$ ist im Wasser fast (vergl. S. 222) unlöslich und beständig; die freigewordene Kohlensäure entweicht. Man fasst deshalb in der angewandten Chemie sehr häufig ein Molekül des leicht zerlegbaren Calciumbikarbonats als die Verbindung von einem Molekül neutralen Calciumkarbonats mit 1 Molekül halb- resp. locker gebundener Kohlensäure auf und sagt: das Wasser enthalte neben etwaiger freier, festgebundene und halbgebundene Kohlensäure. Stets ist aber festzuhalten, dass das sogenannte saure Calciumkarbonat stark alkalisch reagirt.

Ein Wasser ohne Kohlensäure kommt nicht vor, da solche immer aus der atmosphärischen Luft, besonders aber aus der Grundluft absorbirt wird; fliesst dann das Wasser durch Gestein, das reich an Calcium- oder Magnesiumkarbonat ist, so geht reichlich Calcium- und Magnesiumbikarbonat in Lösung, während freie Kohlensäure namentlich in kalkarmen Gegenden im Wasser gefunden wird.

Qualitativer Nachweis.

Ein Gehalt an Kohlensäure verräth sich durch eine Trübung, die in einer fast vollkommen gefüllten Flasche auf Zusatz von klarem Kalkwasser[1]) eintritt, nachdem man umgeschüttelt hat; der Niederschlag auf einem Filter gesammelt braust mit Salzsäure übergossen. Qualitativer Nachweis.

$$Ca(OH_2) + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

Zum Nachweis der freien Kohlensäure versetzt man nach v. Pettenkofer ein Kölbchen voll Wasser mit einigen Tropfen Rosolsäurelösung. Wird die Färbung jetzt gelblich, so ist freie Kohlensäure vorhanden, während, wenn nur Bikarbonate da sind, die alkalische Reaktion der letzteren eine Rothfärbung des Wassers hervorbringt. Trillich findet nach seiner unten beschriebenen Methode, dass ein wenig freie Kohlensäure neben reichlichen Bikarbonaten nicht durch Gelbfärbung angezeigt werde.

Quantitative Bestimmung der freien Kohlensäure.

§ 179. Nach Trillich titrirt man dieselbe am besten, indem man zu 100 cbcm des mit Phenolphthaleïn versetzten Wassers so lange Sodalösung (2,41 wasserfreie oder 6,502 wasserhaltige Soda in 1 Liter) zusetzt, bis eben eine Andeutung von violetter Farbe eintritt. Der Verbrauch von jedem cbcm Sodalösung entspricht dem Vorhandensein von 1 mg freier Kohlensäure. Die Methode bestimmt auch CO_2 in Wässern, die durch Rosolsäure gelb gefärbt werden. Quant. Bestimmung d. freien CO_2.

[1]) Kalkwasserbereitung. Man übergiesst in einer Flasche reinen, frischgebrannten Aetzkalk mit Wasser, giesst nach Umschütteln die erste Wassermenge, die die verunreinigenden Alkalien grösstentheils enthält, weg, und neues Wasser auf. Nach einigem Umschütteln und Stehen erhält man ein klares, gesättigtes Kalkwasser.

Quantitative Bestimmung der gesammten Kohlensäure (vergl. Seite 208).

Quantitative Bestimmung der Gesammtkohlensäure.

§ 179 a. Prinzip: Man fällt die ganze Kohlensäure aus dem Wasser, zersetzt den Niederschlag mit Säure und fängt die ausgetriebene CO_2 in titrirtem Barytwasser auf. Und zwar fällt man die Erdalkalibikarbonate durch Baryumhydroxyd, die kohlensauren Alkalien durch Baryumchlorid.

Ausführung: Man füllt an der Quelle einen grossen Glasballon, verschliesst ihn sofort gut, kühlt ihn auf 4—5° ab und hebert aus dem Vorrathskolben in einen anderen, der etwa 250 cbcm fasst, ca. 200 cbcm ab; durch Wiegen bestimmt man die Menge genau. Nun fügt man 50 cbcm Barytwasser (ca. 20 g $Ba(OH)_2$ + 0,2 g $BaCl_2$) in 1 Liter zu und einige cbcm Chlorbaryumlösung, lässt wohlverschlossen 12 Stunden stehen und filtrirt die klare Flüssigkeit rasch durch ein kleines Filter, ohne den Bodensatz aufzurühren. Ist man damit fast zu Ende, so wirft man das Filter in den Wasserkolben zurück und verfährt nun in folgender Weise:

Man steckt in den Kolben einen dreifach durchbohrten Gummistöpsel. Die mittlere Bohrung trägt einen Kugeltrichter mit Hahn und ist mit ca. 10%iger Schwefelsäure gefüllt. Von den beiden übrigen dient die erste zur Luftzufuhr, es ist ein bis gegen den Grund des Kolbens reichendes Röhrchen mit einer Geissler'schen Kalivorlage, damit die Luft frei von CO_2 eintritt. Das zweite Rohr, zur Wegleitung der entbundenen CO_2 bestimmt, leitet dieselbe erst durch ein sehr kleines, leeres Kölbchen für Kondenswasser, dann durch einen Geissler'schen Schwefelsäureapparat und darauf durch zwei hintereinander eingeschaltete, je ca. 200 cbcm fassende Pettenkofer'sche Barytröhren, in denen die Absorption stattfindet. Titrirung und Berechnung findet wie bei der Luft statt. Als Oxalsäure verwendet man passend eine Lösung, die in 1 Liter 2,863 g Oxalsäure enthält, also 1 cbcm = 1 mg CO_2.

Es wird an der letzten Barytröhre ein Aspirator angesetzt, der einen ganz schwachen, von CO_2 befreiten Luftstrom durch den Apparat saugt, und alle CO_2 ausspült. Die CO_2 wird durch langsames Zufliessenlassen von Schwefelsäure entwickelt; wenn die Gasentwickelung nachlässt, erwärmt man $^1/_2$ h lang mit dem Bunsenbrenner, wobei aber Kochen vermieden wird. Das Kondenswasserkölbchen wird kühl gehalten und erst am Schlusse kurz erwärmt.

Quantitative Bestimmung der festgebundenen Kohlensäure durch Titrirung (nach Lunge).

Quantitative Bestimmung der festgebundenen CO_2.

§ 179b. Prinzip. Setzt man zu einem kohlensauren oder doppeltkohlensauren Salze Schwefelsäure und wässerige gelbe Methylorangelösung (§ 26), so bleibt die blassgelbe Farbe, indem sich Metallsulfat und freie Kohlensäure bildet, unverändert — bis die Karbonate vollkommen zersetzt sind und eine Spur freie Schwefelsäure vorhanden ist; dann tritt Rothfärbung ein. Die Anwesenheit anderer Salze ist ohne Bedeutung. Die Methode bestimmt nur die festgebundene Kohlensäure, ein Molekül saures Salz verbraucht genau so viel Schwefelsäure als ein Molekül neutrales:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$

$$Ca(HCO_3)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2CO_2 + 2H_2O$$

Ausführung. Wir stellen uns eine Schwefelsäure her, die genau so viel Kalilauge sättigt als eine Oxalsäurelösung, von der 1 cbcm = 1 mg Kohlensäure (2,863 g Oxalsäure in 1 Liter).

Mit derselben versetzen wir 200 cbcm des mit Methylorange hellgelb gefärbten Wassers bis zur Rothfärbung. Sind 9 cbcm verbraucht, so enthält das Wasser 5 . 9 = 45 mg fest gebundene CO_2 im Liter.

Quantitative Bestimmung der freien und halbgebundenen CO_2 zusammen.

§ 180. Prinzip: Pettenkofer hat folgende Ueberlegung angestellt: Setzt man ein bekanntes Volum Baryumhydroxydlösung (Barytwasser) zu einem zu untersuchenden Wasser, so wird die freie CO_2 und die CO_2 in den Bikarbonaten als unlösliches $BaCO_3 + CaCO_3$ ausfallen. Quantitative Bestimmung der freien u. halbgebundenen CO_2 nach Pettenkofer.

$$CO_2 + Ba(OH)_2 = BaCO_3 + H_2O;\ 1\ Ba(OH)_2 = 1 \text{ freie } CO_2$$

$$Ca{<}^{CO_3H}_{CO_3H} + Ba(OH)_2 = CaCO_3 + BaCO_3 + 2H_2O;\ 1\ Ba(OH)_2 = 1 \text{ halbgebundene } CO_2.$$

Jedes Molekül $Ba(OH)_2$, was zu CO_3Ba verwandelt unlöslich zu Boden fällt, zeigt ein Molekül CO_2 in freiem oder halbgebundenem Zustande an. Diese Menge ergiebt sich aus der Abnahme der Alkalinität des Barytwassers vor und nach dem Zusatz zum Wasser.

Ferner hat man die vorhandenen Alkalisalze, die Säuren enthalten, durch welche $Ca(OH)_2$ gefällt würde: die Karbonate, Sulfate, Phosphate durch Zusatz von etwas $BaCl_2$ in indifferente Alkalichloride und unlösliche Baryumsalze zu verwandeln.

Ist Magnesiumbikarbonat zugegen, so findet folgende Umsetzung statt:

$$\text{Zuerst } Mg^{CO_3H}_{CO_3H} + Ba(OH)_2 = BaCO_3 + MgCO_3 + 2H_2O;$$

$$\text{dann } MgCO_3 + Ba(OH)_2 = BaCO_3 + Mg(OH_2).$$

Das Magnesiumhydroxyd fällt aus. Es bringt demnach ein Molekül Magnesiumbikarbonat resp. ein Molekül an Magnesium locker gebundene CO_2 nicht nur 1 Molekül $Ba(OH)_2$ zur Fällung, sondern so oft ein Molekül MgO vorhanden ist, so oft wird ein zweites Molekül Baryumhydroxyd gefällt. Es täuscht demnach 1 Molekül MgO 1 Molekül freie oder halbgebundene CO_2 vor, d. h. so oft wir 40 mg MgO haben, finden wir 44 mg CO_2 oder für 1 mg MgO 1,1 mg CO_2 zuviel. Bisher suchte man die Umsetzung nach der 2. obigen Gleichung durch Zugabe von Ammoniumchlorid zu vermeiden. Trillich, der in neuester Zeit die Methode genau studirte, fand, dass sich die Fällung des Magnesiums nicht vollkommen verhindern lasse; er setzt deswegen gar kein Ammoniumchlorid zu und bringt den Einfluss des Magnesiums nach der vorstehenden Auseinandersetzung in Rechnung. Seine Methode lautet (Ztsch. f. angew. Chem. 1889. S. 337): Modifikation von Trillich.

1. Der Magnesiumgehalt des Wassers wird gewichtsanalytisch bestimmt. (Seite 219.)

2. 100 cbcm Wasser werden in einem verschliessbaren Absetzglas mit 5 cbcm Baryumchloridlösung 1 : 10 und 45 cbcm titr. Barytwasser (15—20 g Barythydrat + 0,2 g Baryumchlorid im Liter) versetzt, gut geschüttelt und 12 Stunden stehen gelassen.

3. Von der geklärten Flüssigkeit (150 cbcm) werden zweimal je 50 cbcm abpipettirt, ohne den Niederschlag aufzurütteln, und nach Zusatz von Phenolphtaleïn mit Salzsäure titrirt, von der 1 cbcm = 1 mg Kohlensäure d. h. so viel Alkali sättigt wie eine Oxalsäure mit 2,863 g im Liter Wasser. Auch Oxalsäure und Schwefelsäure sind brauchbar.

Enthalten 100 cbcm Wasser 5,8 mg Magnesia (Mg O) und sind beispielsweise 45 cbcm Barytwasser = 108 cbcm Salzsäure und brauchen 50 cbcm der klar abpipettirten Flüssigkeit 27,4 cbcm Salzsäure zur Neutralisation, so hätten 150 cbcm gebraucht 82,2 und der Kohlen-

säuregehalt wäre der Titerdifferenz entsprechend 108 – 82,2 mg, da aber 5,8 mg Magnesiumoxyd 5,8 . 1,1 mg Kohlensäure vortäuschten, so ist in 100 cbcm 108—82,2—6,4 = 19,4 mg, in 1000 also die 192 mg freier und halbgebundener Kohlensäure enthalten.

Bestimmung d. Gesammtkohlensäure nach Trillich.

Die Methode ist nach Trillich auch zur einfachen Bestimmung der Gesammtkohlensäure brauchbar. Man färbt dazu die im Absetzglase verbleibenden 50 cbcm Flüssigkeit (sammt dem Niederschlag) mit einigen Tropfen Methylorange oder Cochenilletinktur und versetzt mit obiger Salzsäure, bis das Methylorange geröthet oder die Cochenille aus rosa in gelb verfärbt ist. Braucht man hierzu z. B. 34 cbcm Salzsäure, so ist in 100 cbcm der Kohlensäuregehalt in Milligramm: 34 — 1,0 — 1,1 . 2 = 30,8; im Liter das 10fache; 1,0 muss abgezogen werden, weil über dem Niederschlag noch 50 cbcm Flüssigkeit stehen, 1,1 . 2, weil der Niederschlag theilweise aus Magnesiumhydroxyd besteht.

Ist G die Menge der gesammten CO_2, x die der freien + halbgebundenen, so ist G — x = B die Menge der gebundenen. Da aber die gebundene und halbgebundene in gleicher Menge vorhanden sind, so ist G — 2 B = F die Menge der freien. In Wässern ohne freie CO_2 ist 2 B = G, so dass sich in vielen Fällen die umständlichere Bestimmung von G durch die einfache Titrirung der festgebundenen Kohlensäure nach Lunge umgehen lässt.

Beispiel: Im Würzburger Leitungswasser ergeben die verschiedenen Kohlensäurebestimmungsmethoden in 1 Liter:

Gesammtkohlensäure nach Trillich 350 mg (nach § 179 a 353 mg).	
Freie und halbgebundene nach Pettenkofer und Trillich	194
Festgebundene nach Lunge	155
	349

So dass unter der Annahme, dass die Menge der halbgebundenen = der festgebundenen ist, 194 — 155 = 39 mg freie CO_2 gefunden wird. Nach § 179 finde ich 32 mg. Dabei reagirt das Wasser kräftig alkalisch durch seinen hohen Gehalt an Bikarbonaten. — Vergl. Trillich: Die Münchener Hochquellenleitung. Hygienische Tagesfragen VIII. München 1890.

5. Salpetersäure (Nitrate).

Vorkommen.

Salpetersäure.

§ 181. Manche reine Wässer enthalten gar keine Salpetersäure, andere nur wenig; aus verunreinigtem Boden können sehr bedeutende Salpetersäuremengen aufgenommen werden. Die Salpetersäure ist meist an Kalk gebunden vorhanden.

Qualitativer Nachweis.

A. Qualitat. Nachweis bei Abwesenheit von N_2O_3.

A. Nachweis der Salpetersäure, wenn keine salpetrige Säure vorhanden ist (welche die aufgezählten Reaktionen der Salpetersäure neben ihren speziellen Reaktionen ebenfalls giebt). Die Vorprüfung, ob salpetrige Säure da ist, geschieht nach § 183.

Mit Brucin.

1. Mit Brucin. Einige Kubikcentimeter des Wassers werden in einer kleinen Porzellanschale verdampft, 2 Tropfen reine konzentrirte Schwefelsäure und 1 stecknadelkopfgrosses Körnchen Brucin zugesetzt; noch 1 mg Salpeter-

säure in 1 Liter ist so an einer Rosafärbung zu erkennen. Man muss sich hüten, die bei Abwesenheit von Salpetersäure durch etwas Staub gelegentlich auftretende gelbliche und bräunliche Färbung für roth zu halten.

2. Mit Diphenylamin $N(C_6H_5)_2H$.

Mit Diphenylamin.

Man löst einige Körnchen Diphenylamin in ca. 5 cbcm konzentrirter reiner Schwefelsäure und fügt einige Tropfen des zu untersuchenden Wassers hinzu. Spuren von Nitraten und Nitriten verrathen sich durch Blaufärbung. Bei negativem Resultate dampft man das Wasser vorher ein. Sowie mehr Wasser als $^1/_{10}$ des Volums der konzentrirten Schwefelsäure zu letzterer gefügt wird, wird die blaue Farbe zerstört.

3. Durch Reduktion der Nitrate zu Nitriten und Nachweis der letzteren mit der Jodstärkemethode.

Durch Reduktion.

Zur Ausführung der Reaktion säuert man im Reagenzglas das Wasser mit einigen Tropfen konzentrirter Schwefelsäure an und fügt sehr wenig Zinkstaub hinzu (sowie man viel Zink nimmt, misslingt die Probe). Es vollzieht sich die Reaktion:

$$NO_3H + H_2SO_4 + Zn = NO_2H + ZnSO_4 + H_2O$$

Jetzt wird verfahren, wie bei der salpetrigen Säure angegeben. § 183.

4. Durch Oxydation einer blauen verdünnten Indigolösung unter Gelbfärbung. Um die Salpetersäure in Freiheit zu setzen und gleichzeitig die nöthige Erhitzung des Wassers zu erreichen, versetzt man in einem Kölbchen 10—20 cbcm Wasser mit der doppelten Menge reiner konzentrirter Schwefelsäure und lässt nun vorsichtig verdünnte Indigolösung (ihre Bereitung siehe bei der quantitativen Bestimmung) zufliessen. Wird eine zeitlang die Indigolösung gelb gefärbt, resp. tritt erst nach Zusatz einer grösseren Indigomenge Blaufärbung ein, so ist Salpetersäure vorhanden und zwar um so viel mehr, je mehr Indigo verbraucht wurde.

Mit Indigolösung.

B. Ist gleichzeitig salpetrige Säure vorhanden, so ist Methode 1, 2 und 4 unbrauchbar, Methode 3 kann jedoch, wenn nicht sehr grosse Mengen salpetriger Säure vorhanden sind, gute Dienste leisten.

B. Qualitat. Nachweis bei Anwesenheit von N_2O_3.

Wir vergleichen die Blaufärbung der Jodzinkstärke vor und nach der Reduktion der Salpetersäure. Je stärker der Unterschied, um so grösser der Gehalt an Salpetersäure.

Durch Reduktion.

Viel genauer ist es, die salpetrige Säure durch Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure und einer Messerspitze reinen (Salpetersäure freien) Harnstoffs zu ca. 100 cbcm Wasser zu zerstören.

$$2\,NO_2H + CO(NH_2)_2 = CO_2 + 2\,N_2 + 3\,H_2O.$$

Es verschwinden bei Zimmertemperatur bei einstündigem Stehen so die grössten Salpetrigsäuremengen, die jemals im Trinkwasser vorkommen, ohne dass gleichzeitig anwesende sehr kleine Salpetersäuremengen im geringsten angegriffen zu werden scheinen. Jch habe diese Methode vielfach erprobt.

Mit Harnstoff.

Quantitative Bestimmung.

Quantitative Bestimmung

Die guten Methoden, die wir haben, um Nitrate in reinen wässerigen Lösungen zu bestimmen, sind leider, sowie sie auf Wasser angewendet werden, das neben Nitraten noch Nitrite, organische Substanzen etc. enthält, nicht mehr ganz genau. Indem ich auf die klare, kritische, sachliche Besprechung der wichtigsten im Gebrauch befindlichen Methoden bei Tiemann-Gärtner verweise, beschränke ich mich hier auf folgendes.

In Fällen, wo die höchste Genauigkeit nöthig ist, ist nach der Methode Schulze-Tiemann zu arbeiten, die auf einer Reduktion der Salpetersäure zu Stickoxyd und Messung dieser letzteren beruht. Es muss hier genau nach der bei Tiemann-Gärtner gegebenen Vorschrift verfahren werden; Uebung in schwierigeren Laboratoriumsarbeiten ist Vorbedingung des Gelingens. Zur wissenschaftlichen Forschung ist die Methode unentbehrlich; für praktische Zwecke reicht dagegen stets die

Bestimmung der Salpetersäure durch Titriren mit Indigolösung (nach Marx-Trommsdorf).

Bestimmung der N_2O_5 nach Marx-Trommsdorf.

§ 182. Prinzip: Vergl. den qualitativen Nachweis.

Herstellung der Lösungen: Etwa 3 g käufliches Indigotin werden in der Reibschale mit ca. 60 g reiner konzentrirter Schwefelsäure zerrieben. Es bildet sich vorwiegend Indigodisulfosäure neben etwas Indigomonosulfosäure. Nach 24 Stunden Stehen ist die Umwandlung vollendet, und man giesst nun die Lösung in die vierfache Menge destillirten Wassers. Die so entstehende, sehr konzentrirte Lösung wird, nachdem sich die in Wasser unlösliche Indigomonosulfosäure abgeschieden hat, filtrirt und lässt sich gut verschlossen lange aufbewahren; aus ihr können durch Verdünnen jederzeit praktisch verwendbare Lösungen hergestellt werden. Von den zur Titration verwendeten Lösungen sollen 6—8 cbcm ungefähr durch 1 mg N_2O_5 entfärbt werden, eine solche Lösung ist in einer weiten Bürette (12 bis 15 mm) eben etwas durchsichtig.

Zur Titerstellung erzeugen wir uns eine Lösung von der 25 cbcm = 1 mg N_2O_5 Salpetersäureanhydrid (1 Liter = 40 mg N_2O_5), und da wir dieses nicht abwiegen können, machen wir uns eine Lösung, die 0,0748 g Kaliumnitrat im Liter enthält.

In $2\,KNO_3$ ist $1\,N_2O_5$; $2\,KNO_3 = 2\,(39 + 14 + 48)$; $N_2O_5 = (28 + 60)$.

Demnach sind in 2 . 101 Gewichtstheilen Kaliumnitrat 88 Gewichtstheile N_2O_5, in wie viel Kaliumnitrat sind 40 N_2O_5? $202 : 88 = x : 40$, $x = 74{,}84$ mg.

Es empfiehlt sich eine 100mal so konzentrirte Lösung zu machen d. h. 7,484 g in 1 Liter zu lösen und davon jedesmal vor dem Gebrauche 10 exakt abgemessene cbcm auf 1000 zu verdünnen. Die verdünnte Lösung hält sich nicht lange, die konzentrirte dagegen wohl.

Bei der Ausführung der Titrirung kommt es darauf an, sowohl bei der Feststellung des Titers als wie bei jeder Bestimmung ganz genau nach

gleicher Methode zu arbeiten, indem Massenwirkung, Temperaturungleichheiten etc. die Resultate leicht unbrauchbar machen. Es ist also auf das peinlichste jedesmal nach folgenden Vorschriften zu verfahren.

25 cbcm der Kaliumnitratlösung werden in einem 120—150 cbcm fassenden Kölbchen mit 50 cbcm nitratfreier konzentrirter Schwefelsäure unter Umschwenken ziemlich rasch gemischt, wobei eine Temperatursteigerung auf ca. 120—125° eintritt und die Nitrate in freie Salpetersäure und schwefelsaure Salze zerlegt werden. In diese kochendheisse Flüssigkeit lässt man erst tropfenweise, dann allmählich kubikcentimeterweise die Indigolösung einfliessen [1]). Erst färbt sich der Kölbcheninhalt blassgelb, dann treten vorübergehend grünliche Färbungen auf, wo sich die Indigolösung beimischt; allmählich macht die grünliche Färbung (Mischung von gelb und blau) immer langsamer beim Umschwenken der gelben Platz, und schliesslich entsteht eine blass flaschengrüne Färbung, die auch nach einigen Minuten ruhigen Stehens andauert. Man notirt die Zahl der verbrauchten cbcm Indigolösung und beginnt sofort ebenso eine zweite Titirung, bei der man die das erstemal verbrauchte Indigomenge dreister (abgesehen von den allerersten cbcm) zusetzt, dadurch die Prozedur rascher d. h. bei höherer Temperatur vollendet und in Folge dessen meist etwas mehr Indigo verbraucht.

Ist bei der Titerbestimmung wesentlich weniger als 8 cbcm Indigo für 1 mg N_2O_5 verbraucht worden, so ist die Indigolösung zu verdünnen, bis ungefähr dieses Verhältniss erreicht ist.

Titrirung eines Wassers. In ganz gleicher Weise wird nun auch bei der Untersuchnng eines Wassers verfahren. Sollte bei der ersten Titrirung von der richtig verdünnten Indigolösung wesentlich über 8 cbcm verbraucht sein, so verdünnt man das Wasser zu einer folgenden Titrirung so weit mit destillirtem Wasser, dass man für 50 cbcm nun auch gegen 8 cbcm braucht. Wurden z. B. für das unverdünnte Wasser 16,2 cbcm Indigo verbraucht, so ist die Titrirung des Wassers nach Verdünnung mit der gleichen Menge destillirten Wassers zu wiederholen, wurden 37 verbraucht, so verdünnen wir mit der 5 fachen Wassermenge.

Berechnung der Titrirung. Für 25 cbcm Kaliumnitratlösung seien bei der Titerstellung 8,5 cbcm Indigolösung nach richtigem Verdünnen der letzteren verbraucht worden. Also 8,5 cbcm Indigo = 1 mg N_2O_5. Für 25 cbcm eines Wassers seien 6,4 cbcm der gleichen Indigolösung verbraucht, also wären für 1000 cbcm $6{,}4 \cdot 40 = 256$ cbcm Indigolösung nöthig, was $\frac{256}{8{,}5} = 30{,}1$ mg N_2O_5 in 1 Liter entspricht.

[1]) Ganz im Anfange muss man vorsichtig mit dem Zusetzen sein, lässt man die ersten cbcm zu rasch zufliessen, so kann eine Blaufärbung auch bei nicht unbedeutendem N_2O_5 Gehalt bestehen bleiben. Die Schnelligkeit der Entfärbung nimmt im Laufe der Titrirung zu.

Modifikationen bei gleichzeitig. Anwesenheit von N_2O_3 und organischer Substanz.

In Wässern, in denen grössere Mengen von organischen Substanzen enthalten sind, entziehen diese, indem sie selbst oxydirt werden, einen Theil des Indigo's der Oxydation. Es muss deshalb in diesen Fällen die Salpetersäurebestimmung in dem Endprodukte, das bei der Bestimmung der organischen Substanzen nach Kubel-Tiemann (Seite 228) im Kolben bleibt, vorgenommen werden. Der Kolbeninhalt wird zu diesem Zwecke in ein Messgefäss gegossen, mit destillirtem Wasser gut nachgespült, und das Volum der vereinigten Flüssigkeiten auf 300 cbcm gebracht; davon werden dann 25 cbcm verwendet; das Resultat muss mit 3 multiplizirt werden, da ja die bei der Bestimmung der organischen Substanzen ursprünglich angewendeten 100 cbcm auf 300 verdünnt wurden.

Zu berücksichtigen ist ferner bei dieser Methode, dass die salpetrige Säure auf Indigo ebenfalls einwirkt, doch liefern 108 Theile N_2O_5 48 Th. Sauerstoff zur Oxydation, 76 Th. N_2O_3 nur 16 Theile, d. h. es wirkt 1 mg N_2O_5 fast genau 2 mal so stark als 1 mg N_2O_3. Bei erheblicherem Nitritgehalt müsste also für jedes mg salpetrige Säure, das im Liter gefunden ist, ½ mg von der nach Marx-Trommsdorf gefundenen Salpetersäure abgezogen werden, oder es wären mit Harnstoff die Nitrite zu entfernen. (Seite 209).

6. Salpetrige Säure (Nitrite).

Vorkommen.

Salpetrige Säure.

§ 183. Findet sich nur in verunreinigten Wässern und stets nur in verhältnissmässig kleinen Mengen.

Qualitativer Nachweis.

Qualitativer Nachweis.

Neben den Seite 208 und 209 angeführten Reaktionen der Salpetersäure zeigt die salpetrige Säure folgende für sie charakteristische Reaktionen.

Mit Jodzinkstärke.

Mit Jodzinkstärke. Bereitung des Reagens: 4 g Stärke wird mit wenig Wasser zu milchigem Brei zerrieben, dann in 100 cbcm kochendes Wasser, das 20 g Zinkchlorid enthält, eingetragen, und so lange unter gutem Umrühren erwärmt, bis die Stärke verkleistert ist. Nun wird zu einem Liter verdünnt, 2 g Zinkjodid zugesetzt und in einem geschlossenen Schrank vor Licht geschützt, filtrirt und in schwarzer Flasche aufbewahrt. — 100 cbcm Wasser werden mit 1—2 cbcm verdünnter Schwefelsäure versetzt und ca. 3 cbcm Jodzinkstärkelösung zugesetzt. Das freiwerdende Jod bläut die Stärke. Noch 0,02 mg N_2O_3 in 1 Liter sind so nachweisbar.

$$ZnJ_2 + 2\,KNO_2 + 2\,H_2SO_4 = J_2 + ZnSO_4 + K_2SO_4 + 2\,NO + 2\,H_2O.$$

Tiemann-Gärtner versichern auf das bestimmteste, dass weder beim qualitativen noch quantitativen Nachweis die Anwesenheit von salpetersauren Salzen, Ammoniak, organischer Substanz irgend störe, und dass das Verlangen, die Reaktion mit Essigsäure statt mit Schwefelsäure vorzunehmen (da bei Anwesenheit von Schwefelsäure und organischen Substanzen die Nitrate reduzirt würden und auch Blaufärbung veranlassen) unbegründet sei. — Bei einem Gehalt von Eisenoxydverbindungen, die auch Jod in Freiheit setzen, ist die Methode unbrauchbar. Erwärmen macht die blaue Jodstärke farblos, bei Abkühlung stellt sich die Farbe wieder her. (Vergl. auch Seite 150 über Körper, welche die Jodkaliumstärkereaktion geben resp. stören).

Quantitative Bestimmung. (Trommsdorff.)

Quantitative Bestimmung mit Jodzinkstärke.

Prinzip. Dieselbe geschieht kolorimetrisch nach den Seite 28 erläuterten Grundsätzen. Wenn ein Wasser zwischen 0,1 – 0,4 mg im Liter N_2O_3 enthält, ist die Methode direkt anwendbar, ist der Gehalt stärker, so muss das Wasser entsprechend verdünnt werden. Es ist zu beachten, dass man nur die Reaktion des Wassers mit einer Lösung von bekanntem Nitritgehalt vergleichen darf, wenn beide Reaktionen ganz gleichzeitig parallel angestellt werden; die Farbenintensität steigt längere Zeit.

Herstellung der Lösung. Seit überall Natriumnitrit käuflich ist, das gegen 99% reines $NaNO_2$ und nur ca. 1% Verunreinigung enthält, ist es nicht mehr nöthig, sich dasselbe selbst zu bereiten, da für die Zwecke der Praxis dieser Fehler nicht in Betracht kommt. Löst man 1,815 g im Exsiccator über Schwefelsäure getrocknetes reinstes Natriumnitrit in 1 Liter, so enthält 1 cbcm davon genau 1 mg Salpetrigsäureanhydrid (N_2O_3).

$NaNO_3$	N_2O_3
$Na = 23$	$N_2 = 28$
$N = 14$	$O_3 = 48$
$O_2 = 32$	
69	76

In 2 Molekülen $NaNO_2$ ist 1 Molekül N_2O_3 enthalten, oder in 2.69 g Natriumnitrit 76 g N_2O_3

$$2 . 69 : 76 = \alpha : 1000 \text{ mg} \qquad \alpha = 1815 \text{ mg} = 1{,}815 \text{ g}.$$

Von dieser Lösung verdünnt man jedesmal vor dem Gebrauche 10 cbcm auf 1 Liter, um die praktisch brauchbare Konzentration 1 cbcm = 0,01 mg, resp. 100 cbcm = 1 mg N_2O_3 zu erhalten.

Davon giebt man in einige gleich hohe und weite Standcylinder 1, 2, 3, 4 cbcm und füllt mit destillirtem Wasser zu 100 cbcm auf. In gleiche Cylinder kommen die zu untersuchenden Wasserproben; zu jeder Probe giebt man 1 cbcm 30%iger Schwefelsäure und 2 cbcm Zinkjodidstärkelösung (Seite 212). Zweckmässig setzt man auch eine Probe allein mit destillirtem Wasser ohne Nitritzusatz an. Jetzt wird ein Cylinder nach dem anderen und zwar der mit dem schwächsten Gehalt zuerst mit dem reinen Handteller verschlossen und umgeschüttelt; der Cylinder mit dem stärksten Gehalt bläut sich zuerst, man liest aber erst ab, wenn die Bläuung des Wassers mit 1 cbcm seit 5 Minuten nicht mehr zugenommen hat. Ist die Bläuung im zu untersuchenden Wasser schwächer als 1, so müssen neue Proben mit 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 angesetzt werden. Fällt die Intensität der Reaktion zwischen 2 und 3, so sind Proben mit 2,2, 2,4, 2,6, 2,8 aufzustellen, übertrifft die Reaktion diejenige mit 4 cbcm Nitritlösung an Stärke, so ist das Wasser mit nitritfreiem Wasser verdünnt weiter zu prüfen; es kann 50fache Verdünnung in seltenen Fällen nöthig werden. Immer ist darauf zu halten, dass zu vergleichende Färbungen auch zu gleicher Zeit hergestellt werden.

Qualitative und quantitative Methode mit Metaphenylendiamin (Diamidobenzol) (Preusse und Tiemann).

Qualitativer Nachweis.

Qualitativer Nachweis mit Metaphenylendiamin.

§ 184. Man löst 5 g reines Metaphenylendiamin in etwas Wasser, giebt verdünnte Schwefelsäure bis zur deutlich sauren Reaktion hinzu und füllt mit destillirtem Wasser zum Liter auf. Hiervon fügt man 1 cbcm und 1 cbcm 30%ige Schwefelsäure zu 100 cbcm Wasser. Gelbbraune bis dunkelbraune Farbe (Triamidoazobenzol = Bismarckbraun) verräth salpetrige Säure:

$$2C_6H_4(NH_2)_2 + NO_2H = NH_2 . C_6H_4 . N:N . C_6H_3(NH_2)_2 + 2H_2O.$$

Quantitative Bestimmung.

Geschieht ebenso, wie bei der Jodzinkstärkemethode angegeben, mit Hilfe kolorimetrischen Vergleiches. 0,03 — 0,3 mg N_2O_3 in 1 Liter sind so ohne Verdünnung, grössere Mengen durch Verdünnen nachzuweisen. Man muss so stark verdünnte Lösungen anwenden, dass eine deutliche Reaktion erst nach 1—2 Minuten eintritt. Die Beobachtung dauert ca. 20 Minuten fort. Bei gefärbten Wässern lässt die Methode im Stich; man entfärbt sie, indem man zu 200 cbcm Wasser 3 cbcm Sodalösung (1 : 3) und 1 cbcm Natronlauge (1 : 4) zusetzt. Die ausfallenden Karbonate der alkalischen Erden reissen die Farbstoffe mit nieder, und man macht die weiteren Untersuchungen in der klar darüberstehenden Flüssigkeit. In weichem Wasser setzt man zuerst noch ein paar Tropfen Alaunlösung zu. — Organische Substanzen, Nitrate, auch kleine Mengen Eisenoxydsalze schaden nicht, wenn man in beschriebener Weise mit Schwefelsäure ansäuert.

Bei hohem Nitritgehalte kann man denselben durch Titriren mit Permanganat in der Kälte bestimmen (vergl. S. 229).

7. Phosphorsäure (Phosphate).

Vorkommen.

Phosphorsäure.

§ 185. Fehlt in den meisten reinen Wässern, da die Phosphorsäure vom Boden sehr begierig zurückgehalten wird. Häufig dagegen in Abwässern, Kanalwässern etc.

Qualitativer Nachweis.

Qualitativer Nachweis.

Entsteht beim längeren Kochen des Wassers (ca. 1 — 200 cbcm) ein Niederschlag, so enthält er alle Phosphorsäure; derselbe wird abfiltrirt, in wenig Salpetersäure gelöst und in einer Porzellanschale zur Trockne abgedampft. Entstand keine wesentliche Trübung beim Kochen des Wassers, so dampft man direkt ca. 100 cbcm mit wenig Salpetersäure zur Trockne. Der Rückstand wird einige Zeit auf etwas über 100° erhitzt (indem man die Schale in der Bunsenflamme vorsichtig hin- und herbewegt), um die Kieselsäure unlöslich zu machen. Den Schaleninhalt löst man nach Abkühlen der Schale mit wenig verdünnter Salpetersäure und filtrirt. Das klare Filtrat fügt man im Reagenzglase zu etwa der doppelten Menge einer erwärmten, klaren (vorher wenn nöthig filtrirten) starken Lösung von molybdänsaurem Ammoniak in Salpetersäure [1]) und erwärmt, indem man fortwährend nach kurzem Hineinhalten des Reagenzglases in die Flamme mit der Hand die Temperatur prüft, auf etwa 60°. Schon sehr geringe Mengen von Phosphorsäure verrathen sich durch eine auftretende Gelbfärbung, die beim Stehen intensiver wird. Allmählich (bei grossen Phosphorsäuremengen rasch) trübt sich die klare Flüssigkeit, und es scheidet sich ein gelber Niederschlag aus der farblosen Flüssigkeit ab von phosphormolybdänsaurem Ammoniak $\left[2\left((NH_4)_3PO_4\right)(NH_4)_2HPO_4\ 36\ MoO_3\right]$ aus.

[1]) 40 g Ammoniummolybdat wird in 160 cbcm 10 %igen Ammoniaks (sp. G. 0,96 bei 14°) gelöst, dazu 240 Wasser gefügt. Diese kalte Flüssigkeit wird in 600 cbcm $27\frac{1}{2}$ %iger Salpetersäure gegossen (sp. G. 1,182). Nach einigen Tagen wird filtrirt und die Lösung dunkel aufbewahrt.

Quantitative Bestimmung.

Bestimmung als phosphormolybdänsaures Ammoniak. Man dampft 1—4 Liter Wasser mit Salpetersäure zur Trockne, übergiesst den Rückstand, um die Chloride zu verjagen, die Kieselsäure unlöslich zu machen und die organischen Substanzen zu zerstören, zweimal mit je 50 cbcm Salpetersäure und bringt zur Trockne. Schliesslich wird der Rückstand in 10 cbcm verdünnter Salpetersäure gelöst, mit 40 cbcm obiger Molybdänlösung gefällt, $12^1/_2$ g krystallisirtes Ammoniumnitrat zugefügt und 12^h in der Wärme stehen gelassen. Quantitative Bestimmung als phosphormolybdänsaures Ammoniak.

Der Niederschlag wird dann abfiltrirt, mit 20%iger Ammoniumnitratlösung ausgewaschen, die man anfangs schwach mit Salpetersäure ansäuert. Wenn ein Tropfen des Waschwassers auf einem glühenden Deckel eines Platintiegels keinen Rückstand mehr lässt, ist die Auswaschung beendet.

Jetzt giesst man einmal destill. Wasser auf, um die Hauptmenge des Ammoniumnitrats zu entfernen, spült den Niederschlag vom Filter in einen Porzellantiegel, löst am Filter haftende Niederschlagsreste in etwas verdünntem Ammoniak, konzentrirt diese Lösung, fällt mit Salpetersäure und giebt sie in den Tiegel. Durch Abdampfen auf einem Asbestteller wird das Wasser, dann durch sehr vorsichtiges weiteres Erhitzen über 2 Drahtnetzen das Ammoniumnitrat verdampft. Wenn ein darüber gehaltenes Uhrglas sich nicht mehr beschlägt (durch Sublimiren von Ammoniumnitrat), so bringt man den Tiegel in den Exsiccator und wiegt nach dem Erkalten. Der Niederschlag enthält 3,8% P_2O_5.

Haben wir also aus 2000 cbcm Wasser 20 mg Niederschlag gewogen, so enthält 1 Liter: $\frac{20 \cdot 3,8}{2 \cdot 100}$ mg = 0,38 mg P_2O_5.

Die Methode ist, da der Niederschlag nicht stets genau gleichmässig zusammengesetzt ist, nicht sehr genau; bei dem geringen Gehalt des Wassers an Phosphorsäure nach Gärtner-Tiemann aber doch die empfehlenswertheste für diesen Zweck.

Es möge hier aber auch gleich die beste Methode der Phosphorsäurebestimmung angeführt sein, die stets anzuwenden ist, so wie es sich um grössere Phosphorsäuremengen handelt. Die vielfach übliche Titrirmethode giebt nur Näherungswerthe.

Bestimmung als pyrophosphorsaures Magnesium. Man verfährt ganz, wie eben geschildert, statt aber den Molybdänniederschlag zu trocknen und zu wiegen, löst man ihn nach einmaligem Auswaschen mit Ammoniumnitrat noch feucht in Ammoniak, versetzt die klare Lösung mit 10 cbcm Magnesiamischung[1]) und $^1/_3$ des Gesammtvolums ca. 10% Ammoniakflüssigkeit und lässt $12—24^h$ stehen, bis sich der Niederschlag (phosphorsaures Ammoniakmagnesium) krystallinisch abgeschieden. Derselbe wird abfiltrirt und genau, wie bei der Bestimmung des Magnesium (Seite 219) angegeben, weiter behandelt; das pyrophosphorsaure Magnesium mit 0,639 multiplizirt ergiebt die P_2O_5. Bestimmung als pyrophosphorsaures Magnesium.

8. Schwefelwasserstoff (Sulfide).

Vorkommen.

§ 186. Findet sich frei in Wässern, in denen organische Substanzen faulen; vorwiegend in gebundener Form (an Alkalien und Erdalkalien) dagegen in Fabrikabwässern, in denen ihn Beggiatoa und andere Schwefelbakterien (§ 88) durch Reduktion von Sulfaten erzeugen. Schwefelwasserstoff.

[1]) Magnesiamischung: 50 g Chlormagnesium + 70 g Chlorammonium + 350 cbcm 10% Ammoniaklösung (spec. Gewicht 0,96) + 750 Wasser. Einige Tage stehen lassen, dann filtriren.

Qualitativer Nachweis.

Qualitativer Nachweis mit Metallsalzen und Nitroprussidnatrium.

1. Auf Zusatz von Bleiacetatlösung oder Kupfersulfatlösung tritt gelbbräunliche bis schwärzliche Färbung auf, bei starkem Gehalt ein sich allmählich absetzender schwarzer Niederschlag von Blei- resp. Kupfersulfid:

$$Pb(C_2H_3O_2)_2 + H_2S = PbS + 2\,C_2H_4O_2.$$

$$Cu\,SO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4.$$

2. Durch Natronlauge und etwas Lösung von Nitroprussidnatrium tritt bei Anwesenheit von Spuren von Schwefelwasserstoff Violettfärbung auf.

Am besten fällt man erst die Erdalkalien, wie bei der Ammoniakbestimmung angegeben. (Seite 223.)

Quantitative Bestimmung.

Quantitative Bestimmung mit Nitroprussidnatrium.

Man arbeitet kolorimetrisch mit Nitroprussidnatrium. Zum Vergleiche braucht man Schwefelwasserstoffwasser von bekanntem Gehalt. Letzteres erhält man, indem man aus zerkleinertem Schwefeleisen und verdünnter Schwefelsäure, die man in einem Kolben erwärmt, einen Strom Schwefelwasserstoffgas in vorher ausgekochtes und abgekühltes destillirtes Wasser einleitet, und das bereitete Schwefelwasserstoffwasser in kleinen vollen Flaschen gut verschlossen im Dunkeln aufbewahrt. Der stets abnehmende Gehalt an H_2S wird so bestimmt: Man lässt 20 cbcm desselben rasch in 10 cbcm $^1/_{10}$ Normaljodlösung fliessen und setzt nun so lange $^1/_{10}$ Normalnatriumhyposufitlösung zu, bis Entfärbung eintritt. Jeder Kubikcentimeter, den wir weniger verbrauchen als zur Titrirung von 10 cbcm Jodlösung allein, entspricht 1,7 mg Schwefelwasserstoff (alles Nähere Seite 154 und 155). Das Schwefelwasserstoffwasser muss vor jedem Gebrauch frisch titrirt und oft frisch bereitet werden.

Ausführung. Aus 300 cbcm des zu untersuchenden Wassers scheidet man wie zur Ammoniakbestimmung die Erdalkalien ab (vergl. S. 223), pipettirt davon 250 cbcm in einen geeigneten Cylinder ab und giebt 1 cbcm Natriumnitroprussidlösung (4 g auf 1000) zu. Jetzt vergleicht man nach den Prinzipien der kolorimetrischen Analyse die Färbung mit derjenigen von einigen Proben von je 250 cbcm destillirten Wassers, denen in genau gleichen Cylindern abgemessene kleine Mengen des titrirten Schwefelwasserstoffwassers, 1 cbcm Natronlauge und 1 cbcm Nitroprussidnatriumlösung zugefügt sind. — Bei starkem Schwefelwasserstoffgehalt kann man direkt das Wasser mit Jod und Natriumhyposulfit titriren, wie oben für die Titrirung der Vergleichslösungen angegeben.

9. Die Erdalkalien. Calcium und Magnesium.

Vorkommen.

Calcium und Magnesium.

§ 187. Diese beiden nahe verwandten Metalle fehlen fast in keinem Wasser und werden am besten zusammen besprochen, da das Magnesium nicht ohne vorheriges Ausfällen des Calciums bestimmt werden kann. Ausserdem

stammen beide aus dem Erdboden und beide werden häufig gemeinsam durch Approximativmethoden (Seifetitrirung) bestimmt. Beide Metalle finden sich als doppelkohlensaure, schwefelsaure und salzsaure Salze, Kalk auch an Salpetersäure gebunden, im Wasser.

Qualitativer Nachweis.

Calcium. Versetzt man ein Wasser mit Salmiak und oxalsaurem Ammoniak in reichlicher Menge und fügt einige Tropfen Ammoniaklösung hinzu, so fällt der Kalk als oxalsaurer Kalk aus. Der Salmiak hält Magnesiumoxalat in Lösung, indem lösliches Magnesiumammoniumoxalat entsteht. Qualitativer Nachweis. Calcium.

$$Ca\begin{matrix}\diagup CO_3H\\ \diagdown CO_3H\end{matrix} + \begin{matrix}COONH_4\\ |\\ COONH_4\end{matrix} = \begin{matrix}COO\diagdown\\ |\\ COO\diagup\end{matrix}Ca + 2(NH_4)HCO_3$$

Aus der Intensität der Trübung lässt sich der Kalkgehalt schätzen.

Magnesium. Das Filtrat vom Kalkniederschlag, das das Magnesium als Magnesiumammoniumoxalat enthält, wird mit einer Lösung von phosphorsaurem Natron und Ammoniak versetzt und umgerührt. Es entsteht namentlich beim Rühren, Reiben der Wände mit einem Glasstabe etc. ein Niederschlag von Ammonium-Magnesiumphosphat. Magnesium.

$$\begin{matrix}COO-NH_4\\ |\\ COO\diagdown\\ COO\diagup\\ |\\ COO-NH_4\end{matrix}Mg + Na_2HPO_4 + NH_3 = 2\begin{matrix}COO-Na\\ |\\ COO-Na\end{matrix} + MgNH_4PO_4$$

Quantitative Bestimmung des Calciums.

1. Durch Wägung.

§ 188. Man dampft von hartem Wasser 500, von weichem 1000 cbcm schwach mit Salzsäure angesäuert auf ca. 150 cbcm ab, setzt Chlorammoniumlösung zu, spült in ein dünnwandiges Becherglas und versetzt endlich mit NH_3 im Ueberschuss. Entsteht ein Niederschlag, so besteht er aus: Eisenoxydhydrat, Thonerdehydrat und Kieselsäure; man kann ihn, wenn er nennenswerth ist, abfiltriren, trocknen, glühen und wiegen. Durch den Salmiak ist die Fällung von $Mg(OH)_2$ vermieden. Nach Abfiltrirung von der Trübung in ein zweites dünnwandiges Becherglas und Auswaschen des Filters kocht man das Filtrat auf und setzt konzentrirte Lösung von Ammoniumoxalat zu, lässt erkalten, füllt auf 250 cbcm auf, lässt den entstehenden Niederschlag von Calciumoxalat absitzen und filtrirt durch ein kleines Filter (das man mit etwas von der klaren Flüssigkeit befeuchtet). Die ersten 200 cbcm des Filtrates hebt man für die Magnesiumbestimmung auf, dann bringt man den Niederschlag aufs Filter und wäscht mit heissem Wasser aus, bis 3 cbcm Filtrat auf dem Platindeckel verdampft keinen Rückstand mehr lassen. Das getrocknete Filter bringt man im Platintiegel auf dem Bunsenbrenner zur Veraschung, dann glüht man auf dem Gebläse zur Verwandlung in CaO (bis zur Gewichtskonstanz) und wiegt. Fehlt ein Gebläse, so kann man auch den auf einem gewogenen Filter gesammelten Niederschlag bei 100° trocknen und wiegen, er besteht aus $C_2O_4Ca + 2H_2O$ und enthält 34,1% CaO. Quantitative Bestimmung d. Calciums.

Bei höherem Magnesiumgehalt ist es nöthig, den Kalkniederschlag nochmals in HCl zu lösen und abermals mit NH_3 und Ammoniumoxalat zu fällen, weil er Magnesiumoxalat einschliesst. In diesem Falle sind alle Filtrate zu sammeln und vor der Bestimmung des Magnesiums auf 200 cbcm einzudampfen.

2. Durch Titrirung (nach Mohr).

Titrirung des Calciums mit Oxalsäure u. Permanganat.

§ 189. Auf einem kleinen Umwege lässt sich in recht brauchbarer Weise mit für die meisten hygienischen Zwecke vollkommen genügender Genauigkeit der Kalk durch Titriren bestimmen.

Das Prinzip der Methode ist: Man versetzt ein Wasserquantum mit einer überschüssigen Oxalsäuremenge und Ammoniak; es wird dann durch den gesammten Kalk ein Theil der Oxalsäure gefällt; der gelöst bleibende Antheil Oxalsäure wird durch Titriren mit Permanganat bestimmt, durch Subtraktion der gefällte Antheil gefunden, aus dem sich dann wieder die Kalkmenge ergiebt.

Herstellung der titrirten Lösungen. Wir stellen uns eine Oxalsäurelösung her, von der 25 cbcm = 0,020 g CaO, resp. 1 Liter = 0,8 CaO oder 1 cbcm = 0,0008 CaO.

1 Molekül resp. 56 g CaO brauchen 1 Molekül resp. 126 g Oxalsäure zur Fällung, wie viel brauchen 0,8 g CaO?

$$0{,}8 : x = 56 : 126$$

x = 1,800 g Oxalsäure werden abgewogen und in 1 Liter Wasser gelöst. Sodann machen wir uns eine Permanganatlösung von der ungefähr 10 cbcm zur Oxydation von 10 cbcm der eben besprochenen Oxalsäure nothwendig sind.

Titerbestimmung. Es wird eine Schale gereinigt wie bei der Bestimmung der organischen Substanzen näher angeführt; in dieselbe kommen 100 cbcm Wasser und 15 cbcm konzentrirte Schwefelsäure hinein; dadurch steigt die Temperatur auf ca. 60°; es wird mit einem Thermometer umgerührt und im Nothfall durch eine kleine Flamme ab und zu Wärme zugeführt.

Man färbt nun die Flüssigkeit mit ein paar Tropfen Kaliumpermanganat schwach rosa; es ist dazu nur sehr wenig nothwendig, da das destillirte Wasser keine nennenswerthe Menge Stoffe enthält, die bei 60° auf Permanganat wirken. Jetzt liest man die Permanganatbürette ab, giebt ca. 6 cbcm Permanganat zu, lässt dann 10 cbcm Oxalsäure zufliessen, wodurch Entfärbung eintritt und setzt jetzt wieder Permanganat zu, bis wieder die anfängliche schwache Rosafarbe auftritt und einige Zeit bestehen bleibt.

Es seien verbraucht 10,3 cbcm Permanganat, dann entspricht 1 cbcm Permanganat = 0,97 cbcm Oxalsäure = x mg Ca O.

25 cbcm Oxalsäure = 20 mg CaO; 0,97 cbcm Oxalsäure = x CaO;
25 : 20 = 0,97 : x; x = 0,776 mg CaO.

Ausführung. In einen kleinen Kochkolben giesst man 300 cbcm destillirtes Wasser und bezeichnet seinen Stand mit dem Schreibdiamanten. Dann entleert man den Kolben wieder, giebt 100 cbcm des zu untersuchenden

Wassers hinein, 25 oder 50 cbcm der Oxalsäure und soviel Ammoniakflüssigkeit, dass der Kolbeninhalt stark darnach riecht und erhitzt darauf auf einem Asbestteller zum Kochen, wobei sich der Kalk als oxalsaurer Kalk abscheidet. Nun füllt man den Kolbeninhalt auf bis zur Marke 300, schüttelt gut um, und filtrirt vom Niederschlag durch ein dichtes Filter klar ab. Wenn die Filtration bald beendet ist, unterbricht man sie, misst vom Filtrat 100 cbcm ab, giebt sie in eine gereinigte Schale, setzt 15 cbcm konzentrirte Schwefelsäure zu, und sorgt, dass die Temperatur wie oben bei ca. 60° bleibt. Jetzt lässt man so lange Permanganat zufliessen, bis schwache Rosafarbe bestehen bleibt; in unserem Falle sollen beispielsweise 4 cbcm Permanganat hierzu verbraucht sein.

Berechnung. Ein Beispiel zeigt die Berechnung am besten.

Da 100 cbcm Wasser auf 300 verdünnt wurden und davon nur 100 zur Analyse dienten, d. h. nur $^1/_3$ der ursprünglich angewendeten Menge, so ist das gefundene Resultat mit 3 zu multipliziren. Wären die 300 cbcm titrirt, so wären 3 . 4 cbcm = 12 cbcm Permanganat in unserem Falle verbraucht worden.

Diese 12 cbcm Permanganatlösung haben 12 . 0,97 cbcm = 11,64 cbcm Oxalsäurelösung oxydirt. Von den 25 cbcm zugesetzter Oxalsäurelösung blieben also 11,64 als nicht von Kalk gefällt in Lösung, also sind 13,36 cbcm von Kalk gebunden.

13,36 cbcm Oxalsäure entsprechen 13,36 . 0,0008 mg = 10,688 mg CaO in 100 cbcm, also 106,88 mg = 0,1069 g CaO im Liter.

Quantitative Bestimmung des Magnesiums.

§ 190. Die 200 cbcm zurückgestelltes Filtrat von der Kalkbestimmung (§ 183) versetzt man mit 80—100 cbcm Ammoniak ev. noch etwas Salmiak (um eine Fällung von $Mg(OH)_2$ zu vermeiden) und ca. 20 cbcm gesättigter Natriumphosphatlösung, mischt durch Umrühren, ohne die Glaswand zu berühren (weil sonst dort festhaftende Krystalle entstehen) und lässt 12h bedeckt ohne Erwärmen stehen. Den Niederschlag sammelt man auf einem kleinen Filter, wäscht mit einer verdünnten Ammoniaklösung aus [1 Volum Ammoniakflüssigkeit (spec. Gew. 0,96) auf 3 Vol. Wasser] bis 3 cbcm des Filtrats beim Verdampfen nur noch einen zartesten Anflug auf dem Platinblech hinterlassen. — Aus dem getrockneten Filter bringt man die Hauptmenge des Niederschlages in einen Porzellantiegel, verbrennt das Filter am Platindraht, lässt die Asche auch in den Tiegel fallen, erhitzt erst schwach bei aufgelegtem Deckel, dann stark bei Luftzutritt über dem Bunsenbrenner und wiegt. Das Gewicht des erhaltenen Magnesiumpyrophosphats $Mg_2P_2O_7$ mit 0,3603 multiplizirt giebt Magnesiumoxyd. Da statt 250 cbcm des Magnesium enthaltenden Filtrats nur 200 cbcm benutzt sind, ist mit 5 statt mit 4 zu multipliziren, um das Magnesiumoxyd in der bei der Kalkbestimmung abgemessenen Wassermenge 500 oder 1000 cbcm zu finden. Quantitative Bestimmung des Magnesiums.

Meist genügt eine indirekte Magnesiumbestimmung:

Man zieht von der Gesammthärte, die auf CaO treffende Menge ab und rechnet den Rest durch Multiplikation mit $^{40}/_{56}$ auf Magnesiumoxyd um (vergl. S. 220).

Beträgt die Gesammthärte 31,5 deutsche Grade, und enthält das Wasser 270 mg CaO, so kommen pro Liter $(315-270=45) \cdot \frac{40}{56} = 32{,}1$ mg auf MgO.

Gleichzeitige Bestimmung von Calcium und Magnesium

(Clark's Härtebestimmung).

Gleichzeitige Bestimmung von Calcium und Magnesium durch Seifetitrirung nach Clark.

§ 191. Wasser, welches bedeutendere Mengen der beiden genannten Erdalkalien enthält, giebt sich (für manche Personen) schon für das Gefühl der Hände als härter resp. weniger weich als destillirtes Wasser zu erkennen; Leguminosen kochen sich nicht leicht weich darin; es scheidet sich beim Abdampfen eine Menge festen Rückstandes aus; man nennt deswegen solches Wasser hartes Wasser im Gegensatz zu weichem Wasser, das arm an Erdalkalien ist.

Man hat, da die technische Bedeutung der Härte sehr gross ist, versucht, den Grad der Härte quantitativ rasch zu bestimmen und auszudrücken, leider aber in den verschiedenen Ländern einen verschiedenen Maasstab gewählt.

1 Wasser besitzt	1 deutschen Härtegrad	so oft es enthält	1 g CaO in 100 000 g
	1 französischen Härtegrad		1 g $CaCO_3$ in 100 000 g
	1 englischen Härtegrad		1 g $CaCO_3$ in 70 000 g, d.h. 1 grain (0,0648 g) in 1 gallon (4,543 l)

1 französischer Härtegrad = 0,4 deutsche.
1 englischer Härtegrad = 0,57 deutsche.

Im Folgenden sind stets deutsche Härtegrade gemeint. Enthält ein Wasser bloss Kalk und hat man denselben durch Wiegen oder Titriren bestimmt, so hat man nur die Zahl der in 1 Liter (= 1 Million Milligramm) gefundenen Milligramme CaO mit 10 zu dividiren, um die deutschen Härtegrade zu finden. Das oben titrirte Wasser mit 106,9 mg CaO im Liter hat 10,7 deutsche Härtegrade —, wenn es daneben kein Magnesium enthält.

Findet sich neben Calcium Magnesium, so ist dasselbe zu bestimmen und auf Calcium umzurechnen; das heisst, wir fragen: wieviel CaO würde ebenso viel Säure zu binden (Seife zu zersetzen) im Stande sein, wie 1 g MgO?

$$\begin{array}{rlcrl} Ca & = 40 & \quad & Mg & = 24 \\ O & = \underline{16} & & O & = \underline{16} \\ & 56 & & & 40 \end{array}$$

40 Th. MgO sind 56 Th. CaO äquivalent, oder 1 mg MgO ist 56/40 = 7/5 = 1,4 mg CaO äquivalent.

Die gefundenen Milligramm MgO in 1 Liter sind demnach mit 1,4 zu multipliziren, dann durch 10 zu dividiren und die erhaltene Zahl zu den durch den CaO-Gehalt bedingten Härtegraden zu addiren.

Prinzip. Zur raschen Orientirung über den Härtegrad eines Wassers besitzen wir eine Methode, die darauf beruht, dass Alkaliseifen (fettsaure Alkalien) mit Wasser schäumen, selbst wenn sie in sehr geringer Menge darin enthalten sind, während fettsaure Erdalkalien (Kalk- und Magnesiumseife) unlösliche Niederschläge bilden. Dabei wirken 56 g CaO genau wie 40 g MgO; wir drücken das Resultat stets so aus, als ob bloss CaO vorhanden gewesen wäre.

Ich theile hier die am häufigsten benützte Methode von Clark zur Seifentitrirung mit, die nach Tiemann-Gärtner ihren Modifikationen wenigstens gleichwerthig, wenn nicht denselben überlegen ist.

Reagentien. Chlorbaryumlösung. Statt einer Lösung mit einem bestimmten Calciumgehalt (Clark wählte 12 mgr CaO in 100 cbcm Wasser) macht man eine äquivalente Lösung von Chlorbaryum, d. h. man löst 0,523 leicht rein und trocken zu erhaltendes Baryumchlorid ($BaCl_2 + 2\ H_2O$) in 1 Liter.

Ba	136,9	Ca 40
Cl_2	70,8	O 16
$2\,H_2O$	36	
	243,7 :	56 = x : 120; x = 523 mgr.

Diese Lösung besitzt 12 deutsche Härtegrade; 100 cbcm enthalten eine 12 mg CaO äquivalente Baryummenge.

Seifenlösung. Man zerreibt 150 g auf dem Wasserbad geschmolzenes Bleipflaster (fettsaures Blei) mit 40 g Kaliumkarbonat zu gleichförmiger Paste. Nun zieht man mit starkem Alkohol das entstandene fettsaure Kalium aus, filtrirt nach dem Absitzen, destillirt den Alkohol ab und trocknet die Seife im Wasserbad. 20 g dieser Seife werden in 1 Liter Alkohol von 56 Volumprozent gelöst (sp. Gew. 0,921). Seifenlösung.

Titerstellung. Man giebt in eine 200 cbcm fassende Glasstöpselflasche 100 cbcm obiger Baryumchloridlösung und aus einer (am besten Gay-Lussac'schen) Bürette Seifenlösung, wobei man energisch umschüttelt (senkrechte Stösse). Mit dem Seifenzusatz fährt man so lange fort, bis auf der Oberfläche der Flüssigkeit, wenn man die Flasche ruhig horizontal hinlegt, ein feinblasiger Schaum wenigstens 5 Minuten, ohne zu zerreissen, als zarte Decke bestehen bleibt. Man wird hierzu weniger als 45 z. B. 38 cbcm gebrauchen; in diesem Falle setzt man zu je 38 cbcm der Seifenlösung 7 cbcm Alkohol von 56 %, also z. B. zu 900 cbcm $\frac{900 \cdot 7}{38} = 26{,}3 \cdot 7 = 184{,}1$ cbcm, und überzeugt sich, ob es jetzt stimmt, d. h. ob wirklich gerade 45 cbcm Seifenlösung zur Schaumbildung auf 100 cbcm Baryumchloridlösung erforderlich sind.

Ausführung einer Härtebestimmung. Haben wir ein weiches Wasser (Fluss-, Seewasser, Wasser aus kalkarmen geologischen Formationen), so verfahren wir genau wie bei der Titerstellung. Wir fügen zu 100 cbcm Wasser in der Flasche erst einen, dann wenige cbcm Seifenlösung, schütteln um, legen die Flasche hin, und beobachten mit der Uhr in der Hand, ob in 5 Minuten noch eine deutliche Lücke in dem Schaum auftritt. Beginnt der Schaum schon bald nach dem Schütteln sich zu zertheilen, so sind wir noch weit von der Beendung der Titrirung entfernt, hält die Decke beispielsweise $4^1/_2$ Minuten, ehe sie reisst, so fehlen nur noch einige Zehntel cbcm Lösung. — Haben wir hartes Wasser (Brunnenwasser aus kalkreichen Gesteinschichten) zu titriren, so verdünnen wir es 2- oder 5fach mit destillirtem Wasser, da die Titrirung nur möglich ist unter der Voraussetzung, dass die Härte 12° nicht übersteigt. — Harte Wässer unverdünnt titrirt, täuschen zuweilen in Folge ihres Magnesiumgehaltes Sehr harte Wässer sind zu verdünnen.

sehr bald eine Vollendung der Titrirung vor durch Entstehen „falschen“ grobblasigen Schaums. Sowie wir dergleichen beobachten, muss eine neue verdünnte Probe in Arbeit genommen werden.

Der Verbrauch der Seifenlösung ist der Härte nicht proportional; weiche Wässer verbrauchen relativ mehr Seife, vielleicht weil bei grosser Verdünnung der Erdalkalien Doppelverbindungen von fettsauren Erden und fettsauren Alkalien entstehen. Tabelle VIII erlaubt mit einfacher Interpolation den Härtegrad aus dem Seifenverbrauch zu berechnen.

Haben wir z. B. ein Wasser auf's doppelte Volum verdünnt und für 100 cbcm 22,8 cbcm Seife gebraucht, so entsprechen 22,6 cbcm 5,5 Härtegraden, 23,0 cbcm 5,6 Härtegraden; also finden wir für 22,8 Seife 5,55 Härtegrade. Das unverdünnte Wasser hat also die Härte $2 . 5,55 = 11,1$.

§ 192. Die Technik unterscheidet bei der Härte des Wassers noch zwischen Gesammthärte, permanenter oder bleibender Härte, und temporärer oder vorübergehender Härte.

Gesammthärte.

Die Gesammthärte wird durch alle in Wasser gelösten Salze des Calciums und Magnesiums bedingt; mit ihrer Bestimmung haben wir uns eben ausführlich beschäftigt.

Bleibende = permanente Härte.

Unter bleibender Härte versteht man diejenige, die nach ½stündigem Kochen des Wassers (wobei sich durch Zersetzung der Bikarbonate die Monokarbonate des Calciums und Magnesiums abscheiden) noch im Wasser gefunden wird; sie rührt wesentlich her von Sulfaten, Chloriden und Nitraten. Das Kochen hat in einem geaichten Kolben zu geschehen, und es ist Sorge zu tragen, dass häufig das verdampfte Wasser durch destillirtes ersetzt wird, sonst fällt leicht ein Theil des Gipses mit aus. Nach dem Erkalten ist genau zur Marke aufzufüllen.

Dabei ist nicht zu vergessen, dass auch das $CaCO_3$ nicht vollkommen in CO_2 freiem Wasser unlöslich ist, in 100 g Wasser bleiben 3,5 Mg $CaCO_3$ gelöst, erhöhen also die bleibende Härte um 2 deutsche Härtegrade.

Vorübergehende = temporäre Härte.

Unter temporärer Härte versteht man den Antheil der Gesammthärte, der durch die kohlensauren Salze bedingt wird, also Gesammthärte minus bleibende Härte. Die temporäre Härte kann direkt ermittelt werden durch Titriren mit Schwefelsäure und Methylorange als Indikator (vergl. § 206).

Jeder verbrauchte Kubikcentimeter $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure giebt hier an, wie oft 2,8 mg CaO oder die äquivalente Menge Magnesium vorhanden sind.

Beispiel. 100 cbcm verbrauchen 4,2 cbcm $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure, also im Liter $4,2 . 2,8 . 10 = 117,6$ mg CaO $= 11,8$ deutsche Grade temporäre Härte.

10. Alkalimetalle.

Alkalimetalle.

§ 193. Eine genaue Bestimmung der Alkalimetalle erfordert einen umsichtigen Chemiker — es kann auf die Details dieser sehr umständlichen und für hygienische Zwecke minder wichtigen Analyse nicht eingegangen werden.

Prinzip. Nur soviel sei über das Prinzip bemerkt: Nachdem die alkalischen Erden und sonstigen Metalle durch Fällung entfernt sind, wird ein gemessener Theil des Filtrats eingedampft, getrocknet und die Chloride von Natrium und Kalium zusammen gewogen. Jetzt verwandelt man die Alkalichloride in Doppelverbindungen mit Platinchlorid; Kaliumplatinchlorid ist in einer Mischung von Alkohol und Aether unlöslich, Natriumplatinchlorid geht in Lösung. Aus dem Gewicht des getrockneten Kaliumplatinchlorids, beziehungsweise des daraus reduzirten Platinmetalls, ergiebt sich das Kalium, durch Subtraktion des Kaliums (beziehungsweise Chlorkaliums) von der Summe der Alkalien das Natrium.

11. Ammoniak.

Vorkommen.

§ 194. Ammoniak fehlt in den besseren Trinkwässern durchaus; es entsteht oft durch das Leben der Mikroorganismen im Wasser, wird aber durch den Boden sehr leicht absorbirt. Ammoniak.

Qualitativer Nachweis.

Das Nessler'sche Reagens[1]), eine Auflösung von $HgJ_2 . 2KJ$, einer Doppelverbindung von Jodquecksilber und Jodkalium, in Kalilauge, giebt mit Ammoniak einen orange bis braunrothen Niederschlag von Ammoniumquecksilberoxyjodid: Qualitativer Nachweis.

$$NH_3 + 2HgJ_2 . 2KJ + 3KOH = N{\diagup H \atop {\overset{H}{=}{Hg \atop Hg}>O \atop \diagdown J}} + 7KJ + 2H_2O.$$

Sind in den Lösungen nur sehr geringe Mengen von Ammoniak vorhanden, so tritt statt eines Niederschlages nur mehr eine gelbe Färbung der Flüssigkeit auf, durch die sich die kleinsten Spuren noch sicher nachweisen lassen (0,05 mg in 1 Liter). Es muss aber gewöhnlich dafür Sorge getragen werden, dass nicht durch den Zusatz des alkalischen Reagens ein Niederschlag von Calciumkarbonat entsteht ($2KOH + (CO_3H)_2Ca = CaCO_3 + K_2CO_3 + H_2O$), der die feinen suspendirten gelben Partikelchen mit zu Boden reisst, wodurch die Schärfe der Reaktion sehr beeinträchtigt wird.

Man versetzt deshalb vor der Prüfung 300 cbcm des Wassers in einem Stöpselcylinder mit 1 cbcm Natronlauge (1 : 4) und 2 cbcm Natriumkarbonat (1 : 3) und lässt den Cylinder ruhig über Nacht stehen, bis sich der Niederschlag abgesetzt hat. Dann pipettirt man von der klaren überstehenden Flüssig-

[1]) 50 g KJ werden in ca. 50 cbcm heissen Wassers gelöst und mit einer heissen konz. Sublimatlösung gefällt, bis eben ein beim Umschütteln bleibender rother Niederschlag von HgJ_2 entsteht. Nach dem Filtriren setzt man 150 g KOH in 300 cbcm Wasser hinzu, verdünnt auf 1 Liter, fügt noch 5 cbcm Sublimatlösung hinzu, lässt absitzen und giesst vom Niederschlag ab. Man füllt in eine wohlverschlossene Flasche ab; entsteht allmählich in ihr ein Bodensatz, so hebt man die darüberstehende Flüssigkeit mit der Pipette zum Versuche ab. Nessler's Reagens.

keit ab, versetzt dieselbe mit ca. 1 cbcm Nessler'schem Reagens und beobachtet die Färbung. Selbstverständlich müssen die Reagentien frei von Ammoniak sein. Ammoniakfreie Sodalösung erhält man, indem man die Lösung 1 : 4 anfertigt und solange erhitzt, bis $^1/_4$ des Wassers verdampft ist. Reines Natriumhydroxyd in reinem Wasser gelöst wird leicht durch kurzes Erhitzen von Ammoniakspuren befreit.

Quantitative Bestimmung.

Quantitative Bestimmng.

Prinzip. Bei dem sehr geringen Ammoniakgehalt, den Trinkwässer zu haben pflegen, begnügt man sich meist mit einer kolorimetrischen Bestimmung desselben. Wir vergleichen die Intensität der Färbung von 100 cbcm unseres Wassers mit der einer verdünnten Chlorammoniumlösung nach Zusatz gleicher Reagensmengen. Das zu untersuchende Wasser ist, wie geschildert, von Erdalkalien zu befreien.

Herstellung der titrirten Vergleichslösung. Um eine Lösung zu erhalten, die in 1 cbcm 1 mg Ammoniak enthält, wiegen wir 3,141 g über Schwefelsäure getrocknetes Chlorammonium ab und lösen es zu einem Liter.

In N	14	N	14
H_4	4	H_3	3
Cl	35,4		
in	53,4 g Chlorammonium sind		17 g Ammoniak,

also in x Chlorammonium 1 g Ammoniak

$$53{,}4 : 17 = x : 1 \qquad x = 3{,}141.$$

Aus dieser Lösung stellen wir uns vor dem Gebrauche eine passende verdünntere her; 50 cbcm auf 1 Liter (d. h. zwanzigfach) verdünnt geben eine Lösung von der 1 cbcm = 0,05 mg NH_3.

Von dieser verdünnten Lösung setzen wir in geeigneten gleichweiten Cylindern zu je 100 cbcm Ammoniakfreien Wassers 0,2 bis 1,0 cbcm und dann 1 cbcm Nessler'sches Reagens, bis wir eine Wasserprobe von gleicher Farbenintensität, wie das zu prüfende Wasser, erhalten. Giebt letzteres nach 5 Min. stärkere Reaktion als die Probe mit 1,0 cbcm, so ist eine neue Probe des zu untersuchenden Wassers (nach Befreiung von den Erdalkalien) entsprechend mit ammoniakfreiem Wasser zu verdünnen (z. B. auf das Doppelte) und 100 cbcm dieser Verdünnung wieder mit Nessler'schem Reagens zu versetzen. Niemals verdünne man eine vorher mit dem Reagens versetzte Probe nachträglich mit Wasser, noch weniger setze man einer Probe mehr Salmiaklösung nachträglich zu. Die Farbenreaktionen der Vergleichslösung bleiben mehrere Stunden unverändert, können also, wenn man mehrere Bestimmungen zu machen hat, zu allen als Vergleich dienen. Jedoch liest man gerne nach 5 Minuten ab.

Es ist oft nicht leicht, destillirtes Wasser NH_3 frei zu bekommen; frisch destillirtes Wasser giebt zwar, wenn man den ersten Theil des Destillats verwirft, keine NH_3-Reaktion; sowie dasselbe aber im Laboratorium, namentlich

in schlecht verschlossenen oder gar offenen Gefässen aufbewahrt wird, zeigt es deutliche Ammoniakreaktion (häufig auch Reaktion auf Salpetersäure und salpetrige Säure). Es ist deshalb nicht selten bequemer, die Vergleichsproben mit reinem Leitungswasser anzustellen, das in den meisten Städten keine Spur von NH_3 enthält; nur muss man hier natürlich auch bei den Vergleichsproben für vorherige Ausfällung der Erdalkalien Sorge tragen.

Ammoniakmengen, die zu klein sind, um durch Nessler's Reagens angezeigt zu werden, interessiren uns hygienisch nicht. Grössere Ammoniakmengen, wie sie in Kanalwässern und Fabrikabwässern gelegentlich vorkommen, sind nach genügender Verdünnung mit befriedigender Genauigkeit kolorimetrisch zu bestimmen. Genauer ist ein Abdestilliren des Ammoniaks, Verwandeln in Platinsalmiak, Glühen und Wägen des metallischen Platins.

12. Eisen.

Vorkommen.

§ 195. Spurenweise in vielen Wässern — besonders Tiefbrunnenwässern der norddeutschen Ebene — als Eisenoxydulkarbonat. (Vergl. S. 197.) Eisen.

Qualitativer Nachweis.

Man sammelt den Niederschlag, der sich bei längerem Kochen des Wassers (Bestimmung der permanenten Härte) bildet, auf einem kleinen Filter, wäscht den Kolben, in dem man gekocht, mit verdünnter Salzsäure aus und wirft das Filter dazu. Den Kolbeninhalt filtrirt man ab und dampft unter Zusatz einer Messerspitze Kaliumchlorat stark ein. Nun erhält man bei Eisenanwesenheit Blaufärbung mit Ferrocyankalium, Rothfärbung mit Rhodankalium. Ferrocyankalium und Rhodankaliumlösungen sind oft frisch zu bereiten, namentlich erstere giebt, lange aufbewahrt, mit Salzsäure allein ohne Anwesenheit weiteren Eisens eine Blaufärbung. Qualitativer Nachweis.

Quantitative Bestimmung.

Dieselbe geschieht kolorimetrisch. 200—500 cbcm Wasser werden zur Oxydation der als Oxydulsalze vorhandenen Eisenverbindungen mit einer kleinen Messerspitze Kaliumchlorat und 1 cbcm konzentrirter eisenfreier Salzsäure auf ca. 50 cbcm eingedampft, dabei geht alles freie Chlor weg. Mit destillirtem Wasser füllt man auf 100 cbcm auf und verwendet nun bei geringem Gehalt diese Menge, bei höherem Gehalt einen Theil davon auf 100 verdünnt. Quantitative Bestimmung

Eine Vergleichsflüssigkeit gewinnt man durch Auflösen von 0,898 g mit Fliesspapier sorgfältig getrockneten hellvioletten Eisenalauns ($Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 24\ H_2O$) in 1 Liter Wasser. 1 cbcm davon enthält 0,1 mg Eisen.

Von dieser Lösung füllt man 1, 2, 3, 4 cbcm in geeigneten gleichweiten Cylindern zu 100 auf. Nun setzt man zu diesen vier und zu der zu prüfenden

Wasserprobe je 1 cbcm einer blassen Lösung von Ferrocyankalium, schüttelt um und vergleicht den Grad der Blaufärbung. Nur bei Mengen von 1—5 mg in 1 Liter ist eine genaue Beurtheilung der Farbenintensität möglich; was darunter liegt ist zu blass, was darüber, zu stark gefärbt.

13. Die übrigen Schwermetalle (Blei, Kupfer, Zink, Zinn).

Blei, Kupfer. Zink, Zinn.

§ 196. Diese Körper kommen im Wasser fast nur dann vor, wenn es in Gefässen, Röhren etc. aus diesen Substanzen verweilt hat. Der Nachweis und die Bestimmung geschehen genau nach den Regeln, die im Abschnitt „Gebrauchsgegenstände" angeführt sind — auf den hier verwiesen sei. — Um diese meist nur in Spuren vorhandenen Körper in einer für die Analyse geeigneten Form zu erhalten, dampft man 1 Liter nach Ansäuerung mit Salzsäure auf etwa 200 cbcm ab.

14. Organische Substanzen.

Vorkommen.

Organische Substanzen. Vorkommen.

§ 197. Neben den meist gut gekannten, anorganischen Bestandtheilen enthalten die meisten Wässer kleinere oder grössere Mengen organischer, noch sehr wenig bekannter Stoffe. Man hat bisher gefunden: Huminkörper (vergl. Boden), Fettsäuren (Ameisen-, Essig-, Propion- und Buttersäure), stickstoffhaltige basische Stoffe, Kohlenwasserstoffe u. s. f., deren Bestimmung einzeln meist unmöglich ist oder, wenn sie möglich ist, einen selbständig arbeitenden Chemiker voraussetzt.

Quantitative Bestimmung (nach Kubel-Tiemann).

Quantitative Bestimmung

Prinzip. Die Hygiene muss sich bisher begnügen, durch recht rohe Methoden einen ungefähren Einblick in den Gehalt an organischen Substanzen zu thun; oben (Seite 200) ist angegeben, aus welchen Gründen wir die früher sehr beliebte Bestimmung der organischen Substanzen aus dem Glühverluste des Abdampfrückstandes gänzlich verlassen haben; leider besitzen wir aber hierfür zur Zeit überhaupt keine ganz befriedigende Methode.

Doch hat sich unter den zahlreichen Methoden, die schon vorgeschlagen wurden, eine leicht ausführbare sehr eingebürgert, die aus Mangel an besseren, und da sie doch wenigstens gewisse Anhaltspunkte giebt, auch ferner ausgeführt zu werden verdient. Die Methode, die in der hier beschriebenen Gestalt von Kubel-Tiemann ausgebildet ist, beruht auf dem Gedanken, zu bestimmen, wie viel Sauerstoff in statu nascendi die organischen Substanzen eines Wassers zu binden im Stande sind; je mehr Sauerstoff zur Oxydation dieser Körper verbraucht wird, einen desto grösseren Gehalt an organischen Substanzen nehmen wir an.

Schon die einfache Ueberlegung sagt, dass 1 g Zucker und 1 g Fett beispielsweise ganz verschiedene Sauerstoffmengen zu ihrer Oxydation brauchen,

dass also die Methode unmöglich über das Gewicht der organischen Substanzen eine Auskunft geben kann; zweitens liegt auf der Hand, dass verschiedene organische Substanzen sich verschieden leicht oxydiren werden, dass vielleicht schwer oxydirbare Stoffe ganz unangegriffen bleiben können, während leicht oxydirbare total zerstört werden. Dazu kommt noch, dass höher oxydirbare anorganische Bestandtheile, z. B. Salpetrige Säure, Eisenoxydul, indem sie in Salpetersäure, Eisenoxyd u. s. f. übergehen, auch Sauerstoff verbrauchen. Diese a priori zu erhebenden Einwände sind nach Schulze nur zu berechtigt[1]).

Herstellung der titrirten Lösungen.

Herstellung der titrirten Lösungen. Als Sauerstoffquelle dient uns das bekannte Kaliumpermanganat ($K Mn O_4$).

Die Reduktion des Kaliumpermanganats verläuft — natürlich nur, so lange oxydationsfähige Substanzen da sind — und unter der Bedingung der gleichzeitigen Anwesenheit an reichlicher Schwefelsäure folgendermassen:

$$2 K Mn O_4 + 3 H_2SO_4 = 2 MnSO_4 + K_2 S O_4 + 3 H_2O + 5 O.$$

Es entwickeln sich also aus 2 Molekülen violetten Kaliumpermanganats, 2 Moleküle farbloses Mangansulfat und 5 Atome freier Sauerstoff.

$$K Mn O_4 = 39 + 54{,}8 + 4 . 16 = 157{,}8$$

also liefern $2 . 157{,}8 = 315{,}6$ g Kaliumpermanganat $5 . 16 = 80$ g Sauerstoff resp. $\frac{315{,}6}{80} = 3{,}945$ g Permanganat 1 g Sauerstoff und 0,3945 g 0,1 g Sauerstoff.

Eine solche Lösung wäre leicht exakt herzustellen, wenn nicht das Kaliumpermanganat stets etwas unrein wäre, so dass wir nie genau wissen, wie viel Permanganat wirklich in einer abgewogenen Menge enthalten ist. Ausserdem sind die Lösungen nicht haltbar, vor jeder Benützung muss der Titer neu bestimmt werden. Wir wiegen deshalb ungefähr 0,4 g Kaliumpermanganat ab, lösen es in 1 Liter Wasser und bestimmen dann folgendermassen den genauen Gehalt der Lösung.

Oxalsäure zerfällt bei Siedetemperatur durch nascirenden Sauerstoff sofort glatt zu Kohlensäure und Wasser

$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + O = 2CO_2 + H_2O$$

Oxalsäure hat, da sie noch 2 Moleküle Krystallwasser enthält (vergl. S. 143) das Molekulargewicht 126; 126 g Oxalsäure verbrauchen 16 g Sauerstoff. Wir

	von Weinsäure	von Traubenzucker	von Rohrzucker	von Benzoesäure	von Phenol	von Leucin
[1]) Bei 10 Minuten langem Kochen werden von der theoret. nöthigen Sauerstoffmenge verbraucht	95,6 %	61,0 %	55,1 %	3,7 %	73,5 %	11,4 %
Bei 5 Minuten langem Kochen werden von der theoret. nöthigen Sauerstoffmenge verbraucht	75,0 %	42,7 %	53,8 %	2,1 %	41,1 %	10,8 %

machen uns nun eine Oxalsäurelösung, von der 10 cbcm gerade 1 mg Sauerstoff verbrauchen, also ein Liter 100 mg = 0,1 g.

$$126 : 16 = x : 0,1$$

x = 12,6 : 16 = 0,7875 g Oxalsäure sind in 1 Liter zu lösen.

Nun bestimmen wir, wieviel Kubikcentimeter Permanganatlösung von 10 cbcm dieser Oxalsäure entfärbt werden; die gefundene Zahl giebt an, wie viel cbcm Permanganatlösung 1 mg Sauerstoff liefern.

Ausführung der Titrirung.

Ausführung d. Titrirung. Kolbenreinigung.

a) Kolbenreinigung. In einen Erlenmeyer'schen Kochkolben von 300 cbcm Inhalt bringen wir aus einer Gay-Lussac'schen Bürette einige Kubikcentimeter der Permanganatlösung, ferner 5 cbcm 25%ige Schwefelsäure und ca. 50 cbcm destillirtes Wasser. Jetzt kochen wir 5 Minuten unter fortwährendem Umschwenken auf dem Drahtnetze, zerstören damit alle etwa spurweise dem Kolben anhaftenden organischen Substanzen und giessen dann den Kolbeninhalt aus.

Titerbestimmung.

b) Titerbestimmung der Oxalsäure. In den Kolben kommen nun auf's neue 100 cbcm destillirtes Wasser, 5 cbcm 25%ige Schwefelsäure. Man erhitzt zum Kochen und setzt soviel Permanganatlösung zu, bis deutlich bleibende schwache Rosafärbung erzielt ist, kocht nun 5 Minuten und fährt mit dem Permanganatzusatze nach Maassgabe des Verschwindens der Rosafärbung fort. So erhalten wir 100 cbcm von organischen Substanzen freies Wasser. Jetzt lesen wir die Bürette ab und fügen nun zu diesem Wasser ca. 6—7 cbcm Permanganatlösung und 5 cbcm 25%ige Schwefelsäure. Nun kochen wir auf, brauchen aber nicht 5 Minuten zu kochen, setzen 10 cbcm Oxalsäure zu, wodurch Entfärbung eintritt und fügen dann so lange Permanganat zu, bis eben wieder schwache bleibende Rosafärbung eintritt und lesen wieder die Burette ab. Beträgt die Differenz der Ablesungen z. B. 9,5, so sind 9,5 cbcm Permanganat im Stande 1 mg Sauerstoff zu liefern, also 1 cbcm Permanganat $= \frac{1}{9,5}$ d. h. 0,105 mg Sauerstoff. — Vor jeder Untersuchungsreihe muss der Titer der Permanganatlösung neu bestimmt werden. Die Oxalsäure hält sich 8—14 Tage, dann geht sie durch Schimmelpilze zu Grunde.

Ausführung einer Wasseranalyse.

c) Ausführung einer Wasseranalyse. Man giesst den Erlenmeyer'schen Kolben aus, bringt 100 cbcm des zu untersuchenden Wassers, 5 cbcm 25%ige Schwefelsäure, nebst einem Tropfen Permanganatlösung hinein, um eben eine Rosafarbe zu erhalten. Jetzt liest man die Permanganat-Burette ab, giebt ca. 8 cbcm in den Kolben und kocht 10 Minuten vom ersten Aufwallen an gerechnet. Wird nach einigem Kochen die Farbe blass, so setzt man abermals einige Kubikcentimeter hinzu. Hierauf nimmt man die Flamme weg, lässt 10 cbcm Oxalsäure zufliessen und fügt nun auf's neue Permanganatlösung zu, bis zu schwacher Rosafarbe. Jetzt liest man die Bürette wieder ab. Sind verbraucht

13,5 cbcm Permanganatlösung von Oxalsäure und organischer Substanz, so kommen auf die organische Substanz $13,5 - 9,5 = 4$ cbcm. Ein Liter Wasser verbraucht also 40 cbcm Permanganat, und da 9,5 1 cbcm Sauerstoff entsprechen, so sind dies $\frac{40}{9,5} = 4,2$ mg Sauerstoff.

Zeigt sich bei der Titrirung, dass die ersten zugesetzten 6—7 cbcm Permanganatlösung sehr rasch entfärbt werden, hat man es also mit einem sehr unreinen Wasser zu thun, so thut man, um Fehler zu vermeiden, gut, von dem Wasser nur 20 oder 30 cbcm zu verwenden und dasselbe mit 80 resp. 70 cbcm destillirtem, wie bei der Titerbestimmung der Oxalsäure gereinigtem Wasser zu verdünnen und den Gehalt des so verdünnten Wassers zu bestimmen. Tritt nach dem Zusatze der Oxalsäure nicht volle Entfärbung auf, scheiden sich Flocken oder dunkle Körnchen, so giebt man noch weitere 5 cbcm der Schwefelsäure zu.

Manche Autoren kochen nur 5 Minuten, was eine bedeutende Zeitersparniss bedeutet — aber nach Obigem wesentlich ungenauer ist.

Verfahren bei gleichzeitigem Gehalt von salpetriger Säure.

Enthält das Wasser in reichlicherer Menge salpetrige Säure, so wirkt natürlich auch diese reduzirend auf das Kaliumpermanganat ein. Doch findet diese Reaktion schon bei Zimmertemperatur statt, d. h. bei einer Temperatur, bei der organische Substanzen noch nicht nennenswerth reagiren.

$$NO_2H + O = NO_3H.$$

Es verbrauchen also 76 g N_2O_3 ($N_2 = 28$, $O_3 = 48$) 32 g Sauerstoff; 1 mg Sauerstoff genügt demnach zur Oxydation von x mg N_2O_3.

$$76 : 32 = x : 1$$
$$x = 2,377 \text{ mg.}$$

Zur Ausführung der Titrirung giebt man in einen wie oben gereinigten Kolben 100 cbcm des fraglichen Wassers und 5 cbcm 25 %ige Schwefelsäure und setzt nun unter Umrühren ohne Erwärmen von der Kaliumpermanganatlösung so lange zu, bis eben eine bleibende Rosafärbung entsteht.

Sind hierzu 0,8 cbcm Permanganat nothwendig gewesen, so berechnet sich der Gehalt an N_2O_3 folgendermassen: 9,5 cbcm unserer Permanganatlösung liefern 1 mg Sauerstoff, d. h. vermögen 2,377 mg N_2O_3 zu oxydiren, also 0,8 x mg.

$$9,5 : 2,377 = 0,8 : x.$$
$$x = 0,20 \text{ mg } N_2O_3, \text{ d. h. in 1 Liter } 2,0 \text{ mg } N_2O_3.$$

Um das Resultat der Titrirung der salpetrigen Säure korrigirend bei der Bestimmung der organischen Substanzen zu verwenden, hat man einfach von der für 100 cbcm Wasser bei der Bestimmung der organischen Substanzen verbrauchten Menge Permanganat, die für 100 cbcm in der Kälte bei der Nitritbestimmung verbrauchte zu subtrahiren und erst aus der Differenz den von den organischen Substanzen verzehrten Sauerstoff zu berechnen.

Um bei unserem Beispiele zu bleiben:

100 cbcm verbrauchten kochend an Permanganat . . 4,0 cbcm (für organische Substanz und Nitrite);

100 cbcm verbrauchten in der Kälte an Permanganat 0,8 cbcm (für Nitrite allein);

es kommen also 3,2 cbcm Permanganatlösung auf die organ. Substanzen allein.

$\frac{3,2}{9,5} = 0,33$ mg Sauerstoff sind also für 100 cbcm Wasser, demnach

3,30 mg Sauerstoff für 1 Liter zur Oxydation der organischen Substanzen allein nöthig.

Ammoniakgehalt stört nicht bei der Bestimmung der organ. Substanz.

Art, das Resultat auszudrücken.

Das Resultat der Bestimmung der organischen Substanzen theilt man mit: Die organischen Substanzen in 1 Liter erfordern zur Oxydation (in unserm Falle) 3,3 mg Sauerstoff oder 3,3 . 3,94 = 13,03 mg Permanganat. Früher rechnete man zuweilen Sauerstoffmenge mal 20, oder Permanganat mal 5 = organische Substanz, eine ganz willkürliche Annahme — da Permanganat . 3,43 bei der Benzoesäure; Permangnat . 0,14 beim Phenol richtige Werthe ergäbe (also Schwankung um das 30fache!).

Modifikation von Schulze.

Die umständlichere Titrirung der organischen Substanzen mit Permanganat nach Schulze, zuerst in alkalischer dann in saurer Lösung, bietet keine Vortheile; es wird nur eine ganz unbedeutend grössere Menge organischer Substanz oxydirt.

Nachweis: von Fäkalien nach Fleck. von Harnsäure.

Fäkalien soll man nach Fleck durch Eindampfen von 2 Liter Wasser mit 2 g Weinsäure, Extrahiren des Rückstandes mit Alkohol, Verdampfen des Alkohols und Kalilaugezusatz zum Alkoholextrakt durch den Geruch erkennen können. — Bei reichlicherer Harnbeimischung ist Harnsäure nachzuweisen. Man kocht den Abdampfrückstand mit wenig kohlensaurem Natron, filtrirt das gebildete harnsaure Natron ab, dampft es in einem kleinem Porzellanschälchen ab, versetzt mit Salpetersäure und dampft zur Trockene. Die entstandene gelbrothe Farbe wird auf Ammoniakzusatz purpurroth, auf Natronlaugezusatz blau. (Murexidreaktion.)

Bestimmung des organischen Kohlenstoffs.

Von Wolff, Degener und Herzfeld ist eine Methode angegeben, den Kohlenstoffgehalt, der in organischen, nicht flüchtigen Verbindungen im Wasser enthalten ist, zu bestimmen (es sind aber etwa 10 % derselben flüchtig). Die Methode ist nach Tiemann-Gärtner genau, aber nur für geübte Analytiker ausführbar. Es wird, nachdem alle präformirte Kohlensäure ausgetrieben ist, der organische Kohlenstoff durch Chromsäure in CO_2 verwandelt und diese gewogen. Da der Kohlenstoffgehalt der in Frage kommenden Substanzen „nur" zwischen 30 und 80 % schwankt, so lässt sich aus dem Kohlenstoffgehalte etwas genauer die organische Substanz berechnen, als aus dem verbrauchten Permanganat. — Zur Untersuchung von Abwässern bei Zuckerfabriken, wo der Gehalt an organischer Substanz gross und gleichartig ist, hat sich die Methode bewährt.

Bestimmung des Stickstoffs.

Zur Bestimmung des Stickstoffs arbeitet man am besten nach der Kjeldahl'schen Methode. Enthält das Wasser nicht über 450 mg Salpetersäure im Liter, so bestimmt man am besten den Nitratstickstoff mit, indem man denselben vor dem Eindampfen des Wassers durch vorsichtiges Erwärmen des letzteren mit etwas Schwefelsäure, Zinkstaub und einem Tropfen Platinchlorid in Ammoniak verwandelt.

B. des albuminoiden Ammoniaks.

In England ist die Bestimmung des „albuminoiden Ammoniaks" beliebt, des NH_3, das durch alkalische Kaliummanganatlösung aus den organischen Substanzen abgespalten wird. (Wanklyn, Chapman-Smith.)

B. des absorbirten Sauerstoffs.

Da an organischen Substanzen reiche Wässer nur wenig freien Sauerstoff enthalten, so hat man auch Bestimmungen des absorbirten Sauerstoffes vorgenommen, indem man das durch Kochen aus einem (unter besonderen Kauteln aufgesammelten) Wasser ausgetriebene Gas über Natronlauge ansammelte und nach den Regeln der Gasanalyse mit Hilfe von Wasserstoff oder von Pyrogallussäure als Sauerstoff und Stickstoff bestimmte. Die Methode ist nur für den geschulten Chemiker ausführbar, als Ergänzung der Untersuchung sehr verunreinigter Flusswasser u. dgl. sehr gut. Bequemer ist eine von Schützenberger und Risler angegebene Titrirmethode, durch welche die Menge indigoweissdisulfosauren Natriums bestimmt wird, die der Sauerstoff in indigblaudisulfosaures Natrium zu verwandeln vermag. Auch hierzu sind eine Reihe besonderer Reagentien nöthig, deren Beschreibung mich zu weit führte. Ein Liter reines Wasser kann bei 760 mm und 0° 8,63 cbcm, bei 10° 6,81 cbcm Sauerstoff enthalten. Alle diese Methoden sind bei Tiemann-Gärtner ausführlich beschrieben zu finden.

15. Zusammenstellung der Resultate.

§ 198. Die Ergebnisse der Analyse theilt man entweder mit, indem man angiebt, wie viel Milligramm in 1 Liter, oder wie viel Theile in 100000 Theilen gefunden sind. Die letztere Ausdrucksweise entspricht Milligramm in 100 cbcm. a Theile in 100000 Theilen = a mg in 100 cbcm = 10 . a mg in 1 Liter. b mg in 1 Liter = $\frac{b}{10}$ mg in 100 cbcm = $\frac{b}{10}$ Theile in 100000 Theilen. Zusammenstellung der Resultate. Berechnung d. Resultate auf 100000 Theile u. auf mg in 1 Liter.

Da in 100 cbcm Wasser die einzelnen Bestandtheile oft nur in winzigen Mengen vorhanden sind, habe ich in Uebereinstimmung mit vielen neueren Arbeiten die Anzahl mg in 1 Liter in diesem Buche zu Grunde gelegt.

Gewöhnlich begnügt man sich, die Metalle als Oxyde, das Ammoniak als solches, die Säuren als Anhydride anzugeben; die Umrechnung auf wirklich im Wasser vorhandene Salze ist nur von bescheidenem hygienischem Interesse. Dabei verfährt man meist folgendermassen:

Das vorhandene Chlor rechnet man an Natrium gebunden; bleibt Chlor übrig, so bindet man dies an Kalium, weiteres an Calcium; dies ist jedoch selten nöthig, meist entspricht sich Natrium und Chlor fast genau. Bleibt ein Natriumrest, so bindet man ihn ebenso wie das Kalium an die Schwefelsäure, übrigbleibende Schwefelsäure an Calcium. Auf die Anwesenheit von beträchtlicheren Mengen Natrium- oder Kaliumsulfat kann direkt geschlossen werden, wenn die Calciummenge, die sich aus der permanenten Härte ergiebt, weit geringer ist, als zur Bindung der Schwefelsäure nothwendig ist. Gruppirung der Säuren und Basen.

Salpetersäure ist an das gefundene Ammoniak zu binden, die übrigbleibende (oft Hauptportion) nur bei reinen Wässern an Kalk, bei unreinen an organische nicht flüchtige Basen. Calcium und Magnesium, soweit es nicht an Schwefelsäure und etwa Salpetersäure oder Chlor gebunden ist, ist als Bikarbonat vorhanden; man schreibt gewöhnlich Karbonat an und daneben freie und halbgebundene Kohlensäure. — Kieselsäure wird als SiO_2, Eisen und Thonerde als Fe_2O_3 und Al_2O_3, salpetrige Säure als N_2O_3 aufgeführt, aber ihrer geringen Mengen wegen nicht zu Salzen gruppirt.

Auf die Annahme organischer Basen in stark verunreinigten Wässern sind Tiemann-Gärtner durch den Nachweis gekommen, dass in Wasser, das man zur Bestimmung der permanenten Härte (Seite 222) gekocht hat, die Härtebestimmung einen wesentlich niedereren Kalkgehalt ergiebt als nothwendig wäre, um die nicht von Alkalien und Ammoniak gesättigten Antheile von HCl, H_2SO_4 und NO_3H zu neutralisiren. Da solche Wässer aber stets neutral reagiren, so müssen unbekannte organische, durch Kochen nicht austreibbare Basen die Säuren sättigen helfen (vgl. Tiemann-Gärtner S. 377). Organische Basen.

III. Mikroskopische Untersuchung des Wassers.

Mikroskop. Wasser-untersuchg.

§ 199. Ist ein Wasser nicht ganz klar, setzt es in einem hohen Spitzglase in einigen Stunden etwas Sediment ab, so ist letzteres mit 2—300facher Vergrösserung alsbald zu mikroskopiren. Die Aufzählung der so ausserordentlich mannigfachen im Wasser gelegentlich vorkommenden Fremdkörper würde zu weit führen, sie sollen hier nur gruppenweise erwähnt werden:

Uebersicht über Beimengungen zum Wasser.

1. Todte, hineingespülte Gegenstände aus allen Reichen, die nicht direkt auf Verunreinigung des Wassers durch Menschen und Thiere hinweisen:

a) Sandkörnchen, Lehmpartikel, suspendirte unlösliche Huminkörper;
b) Fragmente aus dem Pflanzenreiche: Holz- und Rindenpartikel, Gewebsstückchen krautartiger Pflanzen spez. Strohhalme, Pollenkörner;
c) Thierleichen und Stücke davon. Haare, Chitinpanzer von Insekten und Krustaceen u. s. f.

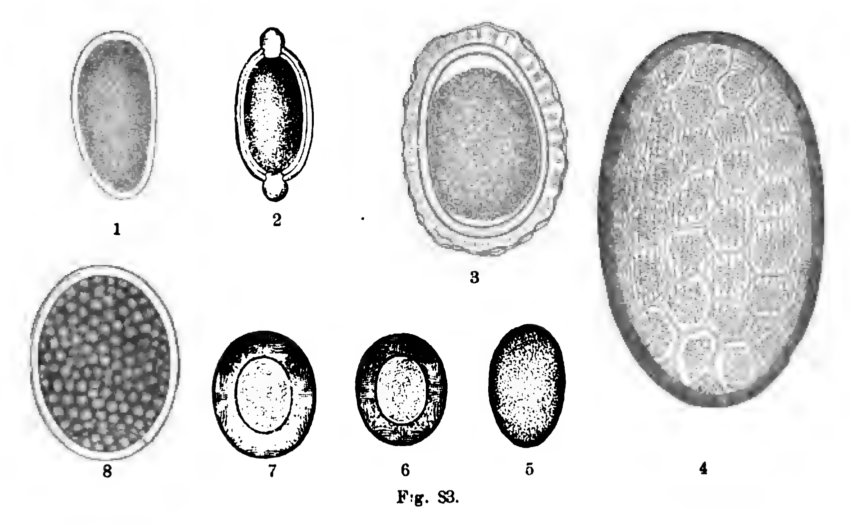


Fig. 83.

Eier der häufigeren Darmparasiten (nach Birch-Hirschfeld).

1. Oxyuris vermicularis.
2. Trichocephalus dispar.
3. Ascaris lumbricoides.
4. Distoma hepaticum.
5. Distoma lanceolatum.
6. Taenia solium.
7. Taenia modiocanelata.
8. Botryocephalus latus.

2. Gegenstände, die darauf deuten, dass Abfälle des menschlichen oder thierischen Haushaltes in das Wasser gelangten:

a) Fragmente von Gespinnstfasern: Baumwolle, Leinwand, Wolle etc.; Papier; Seifenlösung.
b) Bestandtheile von Stuhlentleerungen: Namentlich Stärkekörner (auch sonst ungeschichtete Stärkesorten zeigen meist Schichtung nach Passiren des Darmes); pflanzliches Gewebe, in frischem Koth oft gelb durch Galle gefärbt; Ueberreste von Fleischfasern, meist zu Schollen deformirt,

rundlich begrenzt, Querstreifung zuweilen, wenigstens an manchen Stücken erhalten, Gelbfärbung durch Galle haftet oft sehr fest (4 Wochen, Gärtner). Gekochtes oder rohes Fleisch, das den Darmkanal nicht passirte, ist grau und viel deutlicher quergestreift, die Ecken der Fragmente deutlicher. — Eier von parasitischen Darmwürmern. Vergl. Abbildung 83.

3. Die in dem Wasser resp. an den Wänden des Brunnenschachtes, der Leitungsröhren lebenden Thiere und Pflanzen.

Eine genauere Bestimmung des bunten Thier- und Pflanzenlebens in verunreinigten oder stagnirenden Brunnen u. s. w. ist selbst für den Spezialisten schwierig und ohne grosses hygienisches Interesse (siehe Litteratur). Die folgenden Zeilen sollen bloss eine Orientirung geben.

A. Pflanzen.

Uebersicht über die wichtigsten Algen im Wasser.

1. Algen. Die Zellen enthalten einen grasgrünen (Chlorophyll), blaugrünen (Phycochrom) oder gelblich braunen Farbstoff.
   a) Farbstoff blaugrün (Phycochrom); hierher namentlich die fadenbildende, schlechte Gerüche entwickelnde Gattung Oscillaria. **Phycochromaceen.**
   b) Farbstoff gelblichbraun. Die Zellen von einem dicken, oft schön gezeichneten Kieselpanzer umgeben. **Diatomaceen.**
   c) Zellen chlorophyllhaltig.
   Von den zahlreichen hierher gehörigen Familien seien nur folgende erwähnt:
   α) Zarte lange Fäden. In den Zellen Chlorophyllbänder oder Sterne. **Zygnemaceen.**
   β) Fäden derber, verzweigt, ohne besondere Anordnung des Chlorophylls. **Confervaceen.**
   γ) Einzellige Gebilde oder wenigzellige Komplexe, wechselnder, ausgesprochener Formen: Sterne, Dreiecke, Halbmonde. **Desmidiaceen.**
   δ) Einzellige, rundliche, einfachste Organismen zuweilen durch Hüllen verbunden zu einfachen Familien **Palmellaceen.**
2. Pilze. Zellen farblos oder bräunlich, röthlich, jedenfalls nicht grün gefärbt. Vergl. über einige Pilze § 88. **Wasserpilze.**

B. Thiere.

Uebersicht über die wichtigsten Wasserthiere.

1. Schleimklümpchen mit willkürlich aussendbaren Fortsätzen, ohne Hülle oder mit schildförmiger Hülle oder aus Diatomeenschalen zusammengesetzter Hülle. **Rhizopoden.**
2. Organismen von einfachem Bau, ohne deutlich sichtbare Organe, aber mit kontraktilen Blasen. Oberfläche von derber Cuticula umhüllt, mit Wimpern, Geisseln oder Saugröhrchen ausgerüstet. **Infusorien.**
3. Organismen von höherem Bau, aus Kopf, Rumpf und Fussstück bestehend. Innere Organe meist deutlich zu sehen. Mit Wimpern besetzte Lappen (Räderorgane) sind um den Mund in fast kontinuirlicher Bewegung. **Rotatorien** (Räderthiere).

Ferner finden sich einige niedere Würmer, einige Mollusken (namentlich Wasserschnecken) und zahlreiche Arthropoden, welch' letztere durch ihre gegliederten Beine und Fühler zu erkennen sind. Unter den Gliederthieren treten Insekten gegen kleine Krustaceen zurück.

Zu näheren Studien über Wasserfauna und Flora kann das Stehenlassen des in sterilisirten Gefässen pilzdicht aufgefangenen Wassers von Nutzen sein.

IV. Bakteriologische Untersuchung des Wassers.

Bakteriolog. Untersuchg. § 200. Die Entnahme des Wassers geschieht, wenn sofort die Untersuchung folgen kann, in trocken sterilisirten Kölbchen mit Wattepfropf. Soll ein weiterer Transport stattfinden, so sind die von Hüppe empfohlenen kleinen Glasfläschchen mit eingeschliffenem Stöpsel, der durch eine im Dampf sterilisirte Gummikappe und Umbinden mit sterilisirtem Papier fixirt wird, wohl am besten. Einschmelzen von Wasserproben in Glasballons oder Röhren ist zwar nicht schwierig, leistet aber kaum mehr. Zum Transport sind die auf 0° abgekühlten mit sterilisirtem Papier abgetrockneten und eingewickelten Fläschchen in eine Holzbüchse zu legen und diese, mit feingehacktem Eise umgeben, in eine Blechschachtel zu verpacken. Letztere wird wieder mit Sägemehl oder dergleichen umhüllt, in eine Holzschachtel verpackt.

Kautelen. Wasserproben sollen immer allerspätestens nach 24^h untersucht werden, denn in Eis bei 0° aufbewahrt vermindert sich der Pilzgehalt etwas, in 24^h von 148 auf 126, von 150 auf 115 (Wolffhügel) — bei Zimmertemperatur steigt dagegen der Gehalt in jedem Wasser rapid, wenn die anfängliche Pilzzahl nieder war; z. B. fand Leone in dem reinen Münchener Mangfall(Gebirgs)-leitungswasser

Bei der Entnahme	4,	nach 3 Tagen	67000
nach 24^h	100,	nach 4 Tagen	315000
nach 2 Tagen	10500,	nach 5 Tagen mehr als	500000.

War die Anfangszahl sehr hoch, so kann sogar Sinken eintreten.

Zählung. Die Zählung der Keime in 1 cbcm geschieht ganz nach Seite 64 u. 65. Kanalwasser, Flusswasser, Wasser verdächtiger Brunnen wird man stets 10 oder 100mal mit sterilisirtem Wasser verdünnen, ehe man Platten mit $^1/_{10}$, $^1/_2$ und 1 cbcm anlegt. — Zum Giessen von Zählplatten ist die Verwendung von Agar und niederen Doppelschalen zu empfehlen.

Pathogene Pilze. Zur Untersuchung auf Typhus- und Cholerabakterien hat man sich mit dem Gange auf Seite 81 u. f. vertraut zu machen; erstere sind in den letzten Jahren von einer ganzen Anzahl Forscher gefunden worden, wenn Wasser untersucht wurde an Orten, wo Typhus herrschte (Moers, bestätigt von Gärtner; Michael bei Johne; Dreyfuss-Brisac und Vidal, Chantemesse und Vidal, Brouardel und Chantemesse; Beumer u. a. m.). Meist sind alle Eigenschaften, die wir bisher an Typhusbacillenkulturen kennen gelernt haben, in diesen Fällen konstatirt worden, so dass, so weit es heutzutage möglich ist, ihr Nachweis als erbracht gelten muss. Choleravibrionen wies Koch in einem von Cholerakranken umwohnten Tank von Calcutta nach. Leicht wäre eine Untersuchung auf Milzbrandbacillen. Verschiedene Forscher haben namentlich in Abwässern septische Pilze gefunden, z. B. den Bacillus des malignen Oedems, der Kaninchen- und Mäusesepticämie, auch pathogene Staphylokokken sind gefunden.

Für die Erreger der Ruhr und der Malaria (Seite 104) fehlt es zur Zeit noch an Untersuchungsmethoden.

B. Beurtheilung des Wassers.

1. Beurtheilung von Trinkwasser.

§ 201. Nehmen wir an, es seien alle wichtigeren, oben angeführten Analysen an einem Wasser ausgeführt, und wir sollen uns aussprechen, ob das Wasser gut oder ungenügend als Trinkwasser sei. Als leitender Gedanke muss uns dienen: Beurtheilng. von Trinkwasser.

Ein Trinkwasser darf 1. weder zur Zeit Gifte, ekelerregende Beimischungen oder pathogene Bakterien enthalten, noch darf es 2. für die Zukunft der Gefahr einer Verunreinigung durch dieselben ausgesetzt sein, endlich muss es 3. so beschaffen sein, dass es gern getrunken wird und als Genussmittel dienen kann. Leitender Grundgedanke.

Von diesen 3 Kardinaleigenschaften muss 1 und 2 immer erfüllt sein, von der 3. Eigenschaft wird man ab und zu durch die Noth gezwungen absehen müssen.

Wir wollen nun von diesen Gesichtspunkten aus die Resultate der einzelnen Untersuchungen einer Beurtheilung unterwerfen.

1. Die Temperatur soll zwischen 8 und 12° C. betragen; niedrigere Temperaturen sind kein grosser Fehler, höhere machen die Verwendung schon schwerer. Dauernde Temperaturen von 16—20° C. sind bei einem Trinkwasser fast als Hinderniss für die Verwendung anzusehen, da es dann kein Genussmittel mehr ist. Temperatur.

2. Es darf kein fremdartiger Geruch oder Geschmack vorhanden sein, da erstens ein solches Wasser widerlich und kein Genussmittel mehr ist und zweitens dadurch oft grobe Verunreinigung angezeigt wird: Fäulnissvorgänge an Ort und Stelle (verunreinigte Brunnenstuben, morsches Holz der Leitung), Zersetzungsvorgänge im umgebenden unreinen Erdreiche, Verunreinigung des Bodens mit Fabrikabgang (Theer, Salzen etc.), Undichtigkeit von Gasröhren etc. Geruch, Geschmack.

3. Die Farbe sei in dicken Schichten schwach bläulich, das Wasser durchsichtig. Suspendirte sedimentirende Bestandtheile irgend welcher Art sollen fehlen. Mangelnde Klarheit lässt ein Wasser immer unappetitlich erscheinen, doch sind in zahlreichen Fällen diese Trübungen an sich ohne gesundheitsschädlichen Einfluss: Thontheilchen, Eisenoxydhydrat, Huminkörper. Farbe.

Alle Trübungen, die bei makroskopischer oder mikroskopischer Betrachtung auf eine Verunreinigung des Wassers durch oberflächliche Wasserläufe, Spülwasser oder gar Abtrittinhalt, Stalljauche u. dergl. deuten, schliessen das Wasser vom Gebrauche aus. Besonders werthvolle Fingerzeige kann hier der mikroskopische Nachweis von Fäkalien (Muskelfasern, Eier von Darmparasiten) geben. Solches Wasser ist erstens als ekelhaft auszuschliessen, zweitens involvirt Klarheit. Mikroskopischer Befund.

sein Genuss stets die Gefahr, pathogene Mikroorganismen aus Dejektionen einzuführen. — Die direkte Gefahr einer Infektion mit Würmern dürfte selten gross sein. Bei Taenia solium ist erwiesen, dass Aufnahme der Eier zur Entwickelung von Cysticerken führt; T. mediocanellata entwickelt ihre Finnen aus den Eiern nur im Rind; Botryocephaluseier entwickeln sich dagegen nur in Fischen und erst durch den Genuss der letzteren vermag sich der Mensch zu infiziren. Die Eier von Ascaris und Trichocephalus scheinen, ohne Zwischenwirthe zu passiren, im Menschen zur Entwickelung zu kommen; von Ankylostomum duodenale können sich aus den Eiern die Larven in Schmutzwasser entwickeln und den Menschen beim Trinken infiziren. Aus den Eiern von Distomum hepaticum entwickeln sich ebenfalls Larven, die sich in kleinen Schneckenarten (Limnaeus) weiter entwickeln, durch Verzehren der Schnecken infiziren sich die Rinder und Schafe, sehr selten auch der Mensch; in Aegypten soll mit ähnlichen Zwischenwirthen durch Vermittelung des Wassers Distomum haematobium in den Menschen gelangen, ebenso in den Tropen durch Cyclops (kleine Krustaceen) die Filaria medinensis und ohne bekannten Modus Filaria sanguinis hominis. Oxyuriseier gehen in Wasser bald zu Grund. Die neueste Litteratur über parasitische Würmer ist in den Bänden des Centralblattes für Bakteriologie zu finden.

Eingeweidewürmer.

Flora und Fauna an höheren Wasserthieren.

4. Ein mässiger Gehalt eines Wassers an makroskopisch eben noch sichtbaren oder mikroskopischen Infusorien, Rotatorien, Krustaceen, grünen Algen und farblosen Wasserpilzen macht ein Wasser für die Mehrzahl der Menschen ekelhaft, aber unseres Wissens nicht an sich gesundheitsschädlich. Ein hoher auffälliger Gehalt schliesst ein solches Wasser als höchst ekelhaft vom Genusse aus.

Reiche Fauna ist oft ein Symptom des Stagnirens, dann schwindet sie mit stärkerer Pumpenbenutzung. — Einzelnen Organismengruppen und Arten hat man eine besondere Bedeutung bei der Beurtheilung des Wassers zugeschrieben; hier muss genügen, mitzutheilen, dass grüne Algen und Diatomaceen in faulem Wasser nicht gedeihen, während gewisse, namentlich kleinere Infusorienarten etc. neben Bakterien gerade dann am besten fortkommen. Reichliche Entwickelung von fadenförmigen Wasserbakterien zeigt mehr stagnirendes, als besonders mit organischen Substanzen verunreinigtes Wasser an.

Es ist möglich, dass später pathogene Amoeben und Flagellaten, z. B. die Erreger der Dysenterie im Wasser gefunden werden, zur Zeit ist aber ein solcher Nachweis bei unseren mangelnden Kenntnissen noch unmöglich.

Pathogene Spaltpilze.

5. Wenn sich irgend ein pathogener Spaltpilz im Wasser nachweisen lässt, ist es unbrauchbar, und erst wieder in Gebrauch zu nehmen, wenn die pathogenen Pilze wieder verschwunden und thunlichst die Gelegenheit zu einer erneuten Infektion beseitigt ist.

Man mag noch so skeptisch über die Häufigkeit und Bedeutung des Trinkwassers als Quelle der Infektionskrankheiten denken, man wird diesen Satz unterschreiben müssen, so lange nicht festgestellt ist, dass die in Frage stehenden Spaltpilze, z. B. die Typhus-

bacillen, überhaupt nicht vom Magen, sondern z. B. nur von der Lunge aus wirken können. Bei der geringen Aussicht, vorläufig für Typhus und Cholera, gegen die alle versuchten Thiere immun sind, den natürlichen Infektionsweg des Menschen sicher festzustellen, muss jede denkbare Infektionsgelegenheit, die wir exakt erkennen können, so weit als möglich vermieden werden. Es steht jetzt fest, dass Typhusbacillen auch in vorher unsterilisirten Brunnenwässern, also in Konkurrenz mit den Wasserbakterien, meist eine Woche, zuweilen sogar mehrere Wochen und Monate lebenskräftig bleiben; einzelne Autoren konnten ab und zu eine geringe Vermehrung beobachten, während die Mehrzahl nur ein langsameres oder rascheres Abnehmen der entwickelungsfähigen Typhusbacillen bemerkte. — Die Versuche mit Choleraspirillen ergaben unregelmässige Resultate, deren Ursache z. Th. an einer verschiedenen Resistenz oder Anpassung der verwendeten Organismen lag. Während in nicht sterilisirtem Brunnenwasser bei 10° und 20° die Spirillen öfters in 24^h abgestorben waren, hielten sie sich in einzelnen Versuchen sogar bei 10° 10 Tage lang (Hüppe), ja 20 Tage (Gärtner); bei Zimmertemperatur beobachtete Hochstetter einmal sogar eine Lebensdauer von 392 Tagen in auch mit anderen Organismen besetztem Berliner Leitungswasser. Kanalwasser und anderes stark verunreinigtes Wasser sagt ihnen zu. — Sporenfreie Milzbrandbacillen halten sich nur wenige Tage, Milzbrandsporen monatelang im Wasser. Verhalten d. pathogenen Pilze im Brunnenwasser.

Besonders kurz war die Lebensdauer von pathogenen Bakterien in Versuchen von Karlinski und Emmerich (Arch. f. Hyg., IX. Dort auch ein Verzeichniss neuerer Arbeiten über den Gegenstand), welche direkt einen Münchener Brunnen mit grossen Mengen von Typhusbacillen und Milzbrandsporen infizirten. Erstere waren nach 3 Tagen, letztere nach 5 Tagen verschwunden, ohne dass vorher etwa eine Vermehrung stattgefunden hätte. — Wassertemperatur 10,6°, der Brunnen enthielt mässig verunreinigtes Wasser, mit den Pilzen wurden z. Th. beträchtliche Bouillonmengen eingeführt. Verhalten pathog. Pilze bei künstlicher Brunneninfektion.

Aus Spaltpilzzählungen ist ohne weiteres nicht viel zu schliessen. Wässer mit unter 50 Bakterien in 1 cbcm sind als keimarm anzusehen; mehr als 500 Bakterien in 1 cbcm pflegen reine Wässer gewöhnlich nicht zu enthalten. Gelatine verflüssigende und nicht verflüssigende Bakterien brauchen nicht verschieden beurtheilt zu werden. Abnorm hoher Bakteriengehalt, etwa über 5000 in 1 cbcm, lässt das Wasser noch nicht als schlecht erscheinen, mahnt aber zur Vorsicht bei der Beurtheilung. Spaltpilzzählungen.

Das Grundwasser ist durch Bodenfiltration (wenn die wasserundurchlässige Schicht nicht zu oberflächlich liegt) pilzfrei. Gutgefasste, natürliche oder erbohrte Quellen enthalten öfters nur 0—10 Bakterien (München, Wiesbaden), diese wenigen Pilze vermehren sich aber, wenn z. B. das Wasser im Zimmer steht, gelegentlich aber auch in durchaus nicht besonders verunreinigten Brunnen sehr bedeutend. Bodenfiltration.

Doch wird uns ein auffallend hoher Pilzgehalt stets die Vermuthung nahe legen (besonders wenn viele verschiedene Species da sind), dass ungenügend filtrirtes Wasser von der Oberfläche oder durch Spalten des Brunnenschachtes, die vielleicht mit Jauchegruben oder anderen Pilzherden in Verbindung stehen, sich dem reinen Grundwasser beimischen, und dass auf dem gleichen Wege auch einmal pathogene Arten in den schlecht geschützten Brunnen eindringen könnten. Bedeutung hoher Pilzzahlen.

In Kaiserslautern ergab (Bokorny, Arch. f. Hyg. VIII) die vergleichende Untersuchung des Wassers auf chemische Bestandtheile und Bakterien: Alle chemisch guten Brunnenwässer waren an Bakterien arm, unter den chemisch schlechten waren solche mit viel und wenig Bakterien.

Metallische Gifte.

6. **Wässer, in denen auch nur Spuren von metallischen Giften enthalten sind, sind unbrauchbar.** In erster Linie kommt hier das Blei in Frage, von dem wir wohl schon die kleinsten Mengen (vielleicht schon 0,1—0,2 mg pro Liter, sicher 0,3—0,4 mg) beanstanden müssen. Mengen von 1—5 mg pro Liter sind als gross, resp. sehr gross und äusserst gefährlich bei längerem Gebrauche zu bezeichnen.

Blei, Kupfer, Zink, Zinn.

Kupfer, Zink und Zinn in geringen Mengen sind weniger schlimm; über ihre Giftigkeit findet sich einiges bei der Besprechung der „Gebrauchsgegenstände".

Rhodankalium, Arsen.

Rhodankalium und Arsen sind auch schon gefunden, ersteres, zuweilen auch letzteres, beweisen eine Verunreinigung der Brunnen mit Abwässern aus Fabriken. Arsen kommt aber in Spuren in vielen Wässern vor (z. B. Leipzig). Es ist bisher kein Fall bekannt, dass ein Wasser wegen natürlichen Arsengehaltes hätte beanstandet werden müssen. (Vergl. Franz Hofmann, Ueber das Vorkommen von Arsenik in einer städtischen Wasserleitung, Leipzig 1878.) Von besonderen arsenhaltigen Mineralquellen ist natürlich abzusehen. Schwefelwasserstoff ist zwar ein ziemlich starkes Gift, ich glaube aber, dass wir Wässer von geringem Geruche oder Geschmacke nach Schwefelwasserstoff keineswegs ihrer Giftigkeit wegen beanstanden dürfen, eher weil solche Wässer widerwärtig zu trinken sind. Symptomatisch hat H_2S nur Bedeutung, wenn noch weitere Verunreinigungen daneben vorhanden sind, die auf Fäulnissprozesse deuten.

Organische Gifte.

7. **Organische Gifte** sind bisher in Wässern nicht gefunden; sollte Nachweis von Ptomaïnen möglich sein oder werden, so sind solche Wässer unbrauchbar. Vorläufig müssen Wässer, die pro Liter mehr als 8—10 mg Permanganat, d. h. 2—2,5 mg Sauerstoff zur Oxydation (event. 5 mg organischen Kohlenstoff, 0,2 mg Albuminoidammoniak enthalten) nöthig haben, als verdächtig bezeichnet werden, und zwar aus folgenden Gründen:

Organische Substanz

1. bilden die „organischen Substanzen" (neben dem „albuminoiden Ammoniak") vorläufig fast den einzigen Anhaltspunkt zur Annahme organischer Gifte, an deren gelegentlichem Vorkommen wir nicht zweifeln dürfen. Sicherlich erklären sich leichtere Erkrankungen nach Wassergenuss zuweilen durch Ptomaïnvergiftung, andererseits ist schon vielfach auch experimenti causa äusserst verunreinigtes Bachwasser und dergl. ohne Schaden getrunken worden, z. B. Emmerich (Zeit. f. Biologie XIV.);
2. verräth der Verbrauch grösserer als der angeführten Permanganatmengen die Anwesenheit einer stärkeren Verunreinigung des Wassers mit löslichen organischen Substanzen, bei denen stets die Möglichkeit vorliegt, dass sie entweder von der Oberfläche her direkt in den Brunnen gelangt sind oder in denselben seitlich einsickern.

Huminkörper.

Huminkörper sind meist wohl als harmlos anzusehen, bisher aber nicht sicher als solche zu erkennen (braune Farbe). Da sie schwer oxydirbar sind, so kann hoher Gehalt an organischem Kohlenstoff neben relativ geringer Oxydirbarkeit auf dieselben hinweisen, während hohe Oxydirbarkeit bei relativ niederem Kohlenstoffgehalt auf eine grössere Menge leicht oxydirbarer Stoffe, also wohl z. Th. organische Basen, hinweist. Beim Stehen eines Wassers steigt oft die zur Oxydation nöthige Permanganatmenge; offenbar verwandelt die Bakterienthätigkeit schwer oxydirbare in leichter oxydirbare Substanzen oder es wird sogar organische Substanz aus anorganischer gebildet.

Organ. Substanz als Nährsubstrat.

Für Cholera- und Typhusbakterien ist dargethan, dass sie gewisser Nährstoffe, vorzüglich Eiweisskörper, zu ihrer Vermehrung bedürfen. Bisher hat sich zwar

kein sicherer Zusammenhang zwischen der chemischen Verunreinigung und der Fähigkeit, anspruchsvolleren Pilzen zur Ernährung zu dienen, nachweisen lassen; immerhin ist doch der Nachweis von reichlichen Mengen organischer Substanzen auch in dieser Hinsicht nicht ohne Interesse. Bolton fand durch Versetzen von möglichst reinem destillirten Wasser mit Bouillon, dass sich erst bei 400 mg organischer Substanz in 1 Liter Flüssigkeit Choleravibrionen, bei 67 mg Typhusbacillen zu vermehren vermögen. (Z. f. Hyg. I.)

8. Die nicht sub 6. u. 7. aufgeführten chemischen Bestandtheile des Wassers sind selbst in den Mengen, wie sie in sehr unreinen Wässern vorkommen, ungiftig; aus toxikologischen Gründen[1]) können sie also nie zur Beanstandung führen. Folgende Werthe werden von guten Trinkwässern nur unter besonderen Verhältnissen überschritten; die Zahlen (Tiemann-Gärtner) mögen daher als Anhaltspunkt (Vergleichswerthe) bei der Beurtheilung des Gehalts dienen. Sie stellen aber durchaus nicht etwa Grenzwerthe dar in dem Sinne, dass alle Wässer von geringerem Gehalt gut, von höherem schlecht wären. Die an sich ungiftigen Bestandtheile.

Es pflegt in 1 Liter guten Trinkwassers nicht zu überschreiten: Vergleichszahlen.

Der Abdampfrückstand	500 mg
Calciumoxyd + Magnesiumoxyd . . .	200 mg
d. h. . . .	20 deutsche Härtegrade
Chlor	20— 30 mg
Schwefelsäure (SO_3)	80—100 mg
Salpetersäure (N_2O_5).	5— 15 mg
Ammoniak, Salpetrige Säuren	höchstens minimale Spuren, d. h. kaum sichtbare Reaktion im unkonzentrirten Wasser.

Härtere Wässer sind zwar zum Trinken noch ganz gut (das Würzburger Leitungswasser aus dem Wellenkalk 30,4 mit deut. H. G. ist durchaus nicht unangenehm im Geschmack) — aber sie sind für die Haushaltung und Technik unpraktisch (vergl. § 203); viele Menschen finden sehr weiche Wässer unangenehm zu trinken, angeblich wenig erfrischend[1]). Hartes Wasser. Weiches Wasser.

Ein höherer Chlorgehalt kann meist als ein sehr deutlicher Fingerzeig einer Verunreinigung des Wassers resp. Bodens mit Abfällen speciell des menschlichen Haushalts gedeutet werden. Namentlich der Mensch geniesst reichlich Kochsalz, besonders menschlicher Harn und Küchenspülwässer sind kochsalzreich (1 Liter Menschenharn — 15 g Kochsalz; 1 Liter Spülwasser = 1 g Kochsalz und zwar ist hierbei nur das erste schmutzigste Wasser berücksichtigt). Natürlich kann bei Salzfütterung auch Rinderharn chlornatriumreich werden. Chlor.

1) Von grosser hygienischer Bedeutung ist die Zusammensetzung eines Wassers, wenn es in Bleiröhren geleitet wird. Reicher Gehalt des Wassers an Nitraten und Chloriden neben Luft begünstigt die Lösung von Blei; am allerwichtigsten ist aber der Gehalt an freier Kohlensäure. Wasser, das Rosolsäure entfärbt, darf nie durch Bleiröhren geleitet werden. (Heyer, Ursache und Beseitigung des Bleiangriffs durch Leitungswasser. Dessau 1888.) Das bleilösende Wasser in Dessau enthält neben Luft 34—71 mg freie Kohlensäure im Liter, daneben nur 2½ Härtegrade. Reicher Gehalt an Bikarbonaten schützt dagegen vor dem Angegriffenwerden der Bleiröhren. — Zinnhaltiges oder verzinntes Blei wird besonders stark gelöst, Eisen und Zink stören die Bleilösung. Wasser und Bleiröhren.

Ein Pferd scheidet täglich etwa 22 g Kochsalz aus in 3 Liter Harn. Enthält der Boden Salzlager, oder ist er durch kochsalzreiche Fabrikabwässer u. dergl.) verunreinigt, so verliert natürlich auch dieses Hilfsmittel seinen Werth.

Phosphorsäure.

Ein mehr als minimaler Phosphorsäuregehalt wird meist auch als sicheres Zeichen einer Verunreinigung mit Harn zu betrachten sein. Der Boden hält Phosphorsäure durch Bindung so gut zurück dass ihr Auftreten immer doppelt auffallend ist. 1 Liter menschlicher Harn enthält 3,5 g P_2O_5.

Salpetersäure, salpetrige Säure, Ammoniak.

Ganz besonders schwierig kann es sein, aus einem Gehalte an Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammoniak richtige Schlüsse zu ziehen. Früher galt etwa folgender Gedankengang: Diese Körper entstehen durch die Wirkung organisirter Fermente auf organische Substanzen; die Salpetersäure stellt das Endprodukt dar, das unschädlich ist; Ammoniak und salpetrige Säure sind Zwischenprodukte, die andeuten, dass der Prozess der Nitrifikation noch unvollendet ist, resp. dass dem Boden mehr organische Stoffe zugeführt werden, als er zu verarbeiten vermag.

Heutzutage kennen wir namentlich durch die Arbeit von Heraeus (Zeitschrift für Hyg. 1886) Bakterien, die Nitrate spurlos zum Verschwinden bringen, solche, die Nitrate zu Nitriten und Ammoniak reduziren, andere, die sehr rasch Ammoniak und Nitrite in Nitrate oxydiren. Ja eine Art oxydirt, wenn keine Nitrate vorhanden sind, einen Theil der Ammoniaksalze zu Nitrit, sind aber Nitrate da, so werden diese (trotz reichlichsten Luftzutritts) in Nitrite und Ammoniak reduzirt.

Eine andere Art oxydirt bei Luftzutritt Ammoniak zu Salpetersäure und reduzirt bei Luftabschluss Salpetersäure zu Ammoniak.

Diese Prozesse können offenbar sowohl im Boden als im Wasser stattfinden und Spuren von Nitriten oder Ammoniak haben ihre Bedeutung verloren. Es scheint sogar, als ob aus stickstoffhaltigen komplizirteren Verbindungen stets zuerst Ammoniak (eventuell substituirte Ammoniake) abgespalten werden müsse (natürlich auch durch Bakterienthätigkeit), ehe Nitrifikation beginnen kann. Die Nitrifikation verläuft aber meist so rasch, dass selten das Ammoniak fassbar wird.

Dabei bleibt aber bestehen, dass in der That Ammoniak und Nitrite fast nur in stark verunreinigtem Wasser gefunden werden, vielleicht weil reduzirende Organismen in unreinem Wasser besser gedeihen, oder leicht oxydirbare organische Stoffe die Oxydation des von anderen Bakterien gelieferten Ammoniaks oder der Nitrite verzögern.

Noch ein Standpunkt verdient Beachtung. Salpetrige Säure und Ammoniak sind zwar in den Mengen, wie sie irgend einmal im Trinkwasser vorkommen können, an sich ungiftig — aber sie lassen sich als Anzeichen für die Möglichkeit des Vorhandenseins von giftigen, basischen, stickstoffhaltigen Spaltungsprodukten der organischen Substanzen betrachten, die unsere Methoden noch nicht enthüllen.

Entspricht ein Wasser — und die meisten reinen Brunnen- und Leitungswasser thun es — den Bedingungen 1—8, so liegt kein Grund vor, seine Verwendung zu Genusszwecken zu beanstanden.

§ 202. Zu einem gut begründeten empfehlenden Urtheil über ein Trinkwasser gehört aber mehr als eine einmalige chemisch-bakteriologische Laboratoriumanalyse. Eine solche kann nur aussagen, dass zur Zeit kein Anhaltspunkt für den Verdacht einer Gesundheitsschädlichkeit bestehe. Folgende weitere Untersuchungen sollen dem Urtheil mehr Sicherheit geben, namentlich in Beziehung auf eine etwaige spätere Gefährdung. Mehrmalige Untersuchg.

9. Inspektion des Brunnens. Ziehbrunnen, die oben offen sind, sind weit mehr als Pumpbrunnen, Kesselbrunnen mit meist locker gemauerten oder gefügten Wänden, weit mehr als Röhrenbrunnen mit eisernem Wasserrohre einer Infektion und Verunreinigung ausgesetzt. Ebenso werden Flachbrunnen, die aus oberflächlicher Schicht das Grundwasser entnehmen, mehr als Tiefbrunnen, die die erste wasserführende Schicht durchbohren und erst das Wasser fördern, das sich auf der zweiten wasserundurchlässigen Schicht sammelt, der Verunreinigung mit Tagwasser von oben oder durch seitliche Spalten ausgesetzt — also hygienisch bedenklicher sein, auch wenn sie zur Zeit chemisch gutes Wasser liefern. Allerdings kann ein gut konstruirter Tiefbrunnen vielleicht in eine geologische Schicht hineingehen, die ihrer chemischen Zusammensetzung wegen ein Wasser mit grösseren Mengen von festen Bestandtheilen liefert. Inspektion d. Brunnens. Brunnen-konstruktion

Während das Wasser der Würzburger Stadtquelle, das sich auf der Anhydritformation sammelt, im Liter 668 mg Rückstand hat (darin 11 mg Salpetersäure), liefert ein in nächster Nähe Würzburgs 103 Meter tief getriebener Versuchsbrunnen, der in die Röthformation (Grenze des Buntsandsteins und Muschelkalks) hineinragt, ein Wasser mit 1724 mg Rückstand und 40 mg Salpetersäure. Das Wasser ist auch wegen schlechten Geschmacks unbrauchbar.

Weiter giebt die Inspektion der benachbarten Mistgruben und Abtritteinrichtungen werthvolle Anhaltspunkte dafür, ob ein Brunnen rein bleiben wird, oder ob er gefährdet ist.

10. Der Brunnen wird zu verschiedenen Zeiten chemisch untersucht; Trübungen, reicher Bakteriengehalt und stark vermehrter Gehalt namentlich an Chlornatrium, organischer Substanz, Nitraten, Nitriten und Ammoniak zu Zeiten von Regenwetter weist auf die Möglichkeit einer Verunreinigung von aussen durch unfiltrirtes Wasser hin. Untersuchg. zu verschiedener Zeit.

11. Ein Gleichbleiben der Temperatur des Brunnens (mittlere Lufttemperatur des Ortes) im Laufe des Jahres spricht auch dafür, dass das Wasser aus tiefen Schichten stammt, das heisst, wahrscheinlich eine gute Filtration erfahren hat. Rasche Temperaturschwankungen in kleinen Zeitintervallen beweisen eine Verunreinigung mit oberflächlichen Wässern. Aenderung der Temperatur.

12. Den Gründen eines abnorm hohen Pilzgehaltes kann man auch nachzugehen versuchen durch langes Abpumpen des Wassers. Sinkt dadurch die Pilzzahl nicht erheblich, so ist entweder (was schon beobachtet ist) das ganze Grundwasser der Gegend pilzhaltig, d. h. schlecht filtrirt. oder es fliessen pilzhaltige Zuflüsse in den im reinen Grundwasser stehenden Brunnen; es ist also meist ein schlechtes Zeichen, wenn die Pilzzahl durch Pumpen nicht abnimmt. Umgekehrt, wenn nur durch Stagnation und vielleicht etwas Gründe abnorm hohen Pilzgehalts.

hohe Temperatur zufällig in den Brunnen gelangte Bakterien sich vermehrt haben, geht ihre Zahl rasch beim Pumpen zurück, in dem Maasse, als reines Wasser zufliesst. — Allerdings muss zugestanden werden, dass auch durch Aufwirbeln sedimentirter Pilze beim Pumpen ein Konstantbleiben, ja Ansteigen des Pilzgehaltes hervorgebracht werden kann.

Vergleich mit reinem Grundwasser der Gegend.

13. Eine Untersuchung des reinen Grundwassers der gleichen geologischen Formation (reine Brunnen und Quellen der Umgebung) kann uns zeigen, dass unser fraglicher Brunnen trotz seines mässigen Gehaltes an Rückstand etc. doch vergleichsweise zu den sehr verunreinigten Brunnen der Gegend gehört. Es braucht uns dies aber nicht immer nothwendig zu bestimmen, das Wasser als bedenklich zu bezeichnen, wenn nur alle Garantien gegen das Eindringen von Giften, ekelerregenden Substanzen und pathogenen Organismen gegeben sind — allerdings wird dies meist nicht der Fall sein. Ohne Vergleichsanalysen ist vielfach in schwierigeren Fällen überhaupt kein praktisch brauchbares Urtheil möglich; namentlich eine Beurtheilung des Cl, N_2O_5, SO_3-Gehalts setzt solche Analysen reiner Vergleichswässer voraus.

Einfluss der Formation.

Zur Orientirung über den gewaltigen Einfluss der geologischen Formation folgen einige Angaben über reine fränkische Quellwässer aus verschiedenen Schichten der Triasformation (vergl. Pecher, Beiträge zur Kenntniss der Wässer aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens. Würzburg 1887).

	1	2	3	4	5	6
Formation	Buntsandstein	Röth	Wellenkalk	Anhydrit	Muschelkalk	Lettenkohle
Ort	Stadtquelle von Lohr	Versuchsbohrloch des Brauhauses Würzburg	Brauhaus Würzburg	Stadtquelle von Würzburg	Alandsquelle bei Würzburg	(aus dem Hauptsandstein derselben)
K_2O	3	16	15	4	4	2
Na_2O	2	100	24	20	6	2
CaO	5	604	251	223	120	80
MgO	—	80	37	58	58	31
Cl	4	64	35	13	14	11
SO_3	—	698	83	186	22	6
CO_2 (festgeb.)	5	84	193	155	142	88
CO_2(fr.u.hlbgb.)	?	?	220	194	191	222
SiO_2	8	4	7	11	4	4
N_2O_5	—	40	8	11	5	2
Abdampf-Rückstand	27	1724	659	671	376	228

Von diesen Wässern ist nur 2 unbrauchbar als Trink- und Nutzwasser, die andern sind theilweise gut brauchbar. Organische Substanz und Ammoniak sind nicht mitgetheilt.

Einfluss der Bodenverunreinigung.

Um an einem Beispiel zu zeigen, wie weit die Zusammensetzung des reinen und unreinen Grundwassers ganzer Gegenden schwanken kann, führe ich nur folgende Zahlen an (vergl. Mayrhofer, Arch. f. Hyg. IV), die sich auf Bamberg beziehen.

	Rückstand	NaCl	Permanganat-Verbrauch	N_2O_5
Zusammensetzung des reinen Grundwassers der Gegend etwa	3—400	17—30	1—2	5—9

	Rückstand	NaCl	Permanganat-Verbrauch	N_2O_5
Gehalt bei der Mehrzahl der Brunnen im II. Distrikt etwa	800—1400	130—300	15—50	100—350

Sind die Brunnen gut konstruirt, vor direkter Infektion geschützt, so sind selbst diese Zahlen an sich nicht ausreichend, um das Wasser gesundheitsgefährlich erscheinen zu lassen. Selbstverständlich legen dieselben Zahlen aber von einer äusserst mangelhaften Abfallbeseitigung, von einer sehr bedeutenden Verschmutzung des Stadtuntergrundes Zeugniss ab — und wo solche Zustände herrschen, pflegen auch meist die (oft ganz veralteten) Brunneneinrichtungen höchst ungenügenden Schutz gegen direkte Verunreinigung zu geben. Allerdings sagen diese Zahlen hierüber nichts bestimmtes aus; Mikroskop und Plattenkultur müssten hier die Wirksamkeit der Bodenfiltration prüfen. Es bedarf keiner weiteren Worte, dass Städte mit solchen Wasserverhältnissen (viele alte Städte sind in dieser Lage) auf baldigste Einrichtung einer Versorgung mit reinem Wasser von auswärts angewiesen sind. Beurtheilng. von Wässern aus unreinem Boden.

Es darf aber nicht vergessen werden, dass es Gegenden giebt, wo überhaupt kein reines Wasser nach der Natur der Bodenverhältnisse aufzutreiben ist, z. B. Sumpfgegenden.

Selbstverständlich wird niemals ein geringer Rückstand, überhaupt geringe chemische Verunreinigung den Beurtheiler bestimmen dürfen, ein Wasser, dem eine der Kardinaleigenschaften fehlt, als gutes Trinkwasser zu empfehlen — am ehesten wird man noch von der Noth gezwungen davon absehen dürfen, dass alle Anforderungen an ein Genussmittel erfüllt sind. Das für Berlin einzig in Frage kommende Fluss- und Seewasser z. B. hat eine minimale, gelbliche Farbe, das Wasser von Zürich (filtrirtes Seewasser) eine sehr wechselnde Temperatur; je grösser das Wasserbedürfniss einer Stadt ist, um so bescheidener müssen leider meist die Ansprüche gestellt werden. Stets wird man aber daran festhalten müssen, dass das Wasser frei von Giften, pathogenen Bakterien und ekelhaften Stoffen sei und bleibe, mögen nun Brunnen oder centrale Versorgung in Frage kommen. Im letzteren Falle ist, wenn es sich um natürliche Quellen oder gepumptes Grundwasser handelt, das Quellgebiet sorgfältig vor Verunreinigung zu schützen, eventuell einzufriedigen; bei Reparaturen ist das Wasser der betreffenden Stollen abzuleiten; bei der Verwendung von offenem Wasser aus Flüssen und Seen hat eine gut geleitete Sandfiltration Platz zu greifen u. s. f. Schwierigkeit der Beurtheilung d. Wassers für grosse Städte.

2. Beurtheilung von Brauchwasser.

§ 203. Brauchwasser muss alle Haupteigenschaften eines Trinkwassers besitzen — nur braucht es kein Genussmittel zu sein. Beurtheilng. von Brauchwasser.

Das Fehlen absoluter Klarheit, ein geringer Geruch und wenig angenehmer Geschmack, wechselnde Temperatur werden geduldet werden können, wo sie geduldet werden müssen. An den übrigen Postulaten muss aber festgehalten Kardinaleigenschaften.

werden, da das Wasser doch oft getrunken wird und zum Aufwaschen und Strassensprengen dienen soll, was nicht unbedenklich ist, wenn es Gifte oder pathogene Organismen enthält oder sehr reich an guten Nährsubstanzen für dieselben ist. In vielen grossen Städten ist man deswegen dazu gekommen, nur einerlei Wasser in die Häuser zu liefern (filtrirtes Fluss- oder Seewasser), das bei bescheidenen Ansprüchen an Wohlgeschmack aus Bequemlichkeit auch getrunken werden kann. Daneben pflegt man, wo es irgend möglich ist, eine Anzahl Trinkbrunnen in den Strassen einzurichten, die wohlschmeckendes Quellwasser liefern. Grosse Städte, die, wie München, herrliches Gebirgswasser auch als Brauchwasser verwenden können, sind ebenso selten als beneidenswerth.

Wasserquantum.

Eine Versorgung mit reichlichem, filtrirtem Fluss- oder Seewasser ist entschieden einer mit spärlichem Quellwasser vorzuziehen; 70—100 Liter pro Kopf und Tag gilt für eine spärliche, 100—150 für eine genügende, 150—200 eine reichliche Wassermenge. Doch sieht man in neuester Zeit ein, dass man bei dichten Wasserleitungsrohren und vernünftiger Verwaltung mit 100 Liter pro Kopf trotz Wasserklosets etc. sehr wohl auskommt (z. B. Berlin).

Anforderung der einzelnen Berufe.

Die Anforderungen der Technik an Wasser sind natürlich andere als die der Hygiene; auch erstere seien kurz skizzirt, schon um die Warnung auszusprechen, doch nicht stets technische und hygienische Motive in solchen Fragen zu vermischen. Es verlangen folgende Betriebe nachstehende Wasserbeschaffenheit (nach Tiemann-Gärtner):

Wäschereien.	Möglichst weich, um Seife zu sparen.
Dampfkesselbetriebe.	Möglichst geringe, temporäre und permanente Härte wegen Kesselsteinbildung. Durch vorsichtiges Zusetzen von Kalkwasser bis zu schwach alkalischer Reaktion lassen sich die Bikarbonate, durch Zusatz von 1,9 g calcinirte Soda auf 1° bleibende Härte pro Kubikmeter die Kalksalze fast vollständig entfernen. Durch Vorwärmen lässt sich die Wirkung vermehren, gleichzeitig wird dabei Sauerstoff und Ammoniak ausgetrieben. Gips liefert viel festeren und unangenehmeren Kesselstein als Calciumkarbonat. — Fettsäuren und Chlormagnesium schaden dem Kessel auch.
Gährungsgewerbe (Brauerei).	Weiches Wasser zur Malzfabrikation, arm an Calciumchlorid und Magnesiumchlorid (die das Quellen und Keimen der Gerste verhindern). Vor- und Nachtheile des Gipses halten sich in der Brauerei ungefähr die Wage. Wenig organische Substanz. Wenig Bakterien, die in Würze gedeihen.
Zuckerfabriken.	Wenig Nitrate, Alkalikarbonate und Sulfate.
Papierfabriken, Bleichereien, Färbereien, Leimfabriken.	Weiches, eisenfreies Wasser.

Litteratur.

I. Werke über Untersuchung und Beurtheilung:

Litteratur.

Tiemann u. Gärtner. Die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung des Wassers, zugleich 3. Auflage von Kubel-Tiemann: Anleitung zur Untersuchung von Wasser. Braunschweig. 1889. 705 Seiten mit Holzschnitten und 10 Tafeln. Berücksichtigt das ganze Gebiet in vollständigster Weise. Ausführliche Kritik der Methoden, der Beurtheilungsweisen etc. Die wichtigere neuere

Litteratur ist vollständig berücksichtigt. Unentbehrlich für jeden, der sich eingehend mit Wasseranalyse befassen will. — Im bakteriologischen Theile geht das Buch weit über den Rahmen einer Anleitung zur Untersuchung hinaus. Dieses Werk hat auch als Grundlage meiner Darstellung gedient.

Ferdinand Hüppe. Die hygienische Beurtheilung des Trinkwassers vom biologischen Standpunkte. Inhaltreiche Artikelserie im Jour. für Gasbel. und Wasserversorg. 1887.

Grahn. Die Art der Wasserversorguug der Städte des deutschen Reiches. Tabellarische, werthvolle Uebersicht. München. 1883.

Wolffhügel. Wasserversorgung. Handbuch der Hygiene, herausgegeben von v. Pettenkofer und Ziemssen. II, 1. 2. Leipzig. 1882. Reichhaltige kritische Darstellung, viele Litteraturangaben.

II. Abbildungen über Flora und Fauna des Trinkwassers:

Hulwa. Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasserversorgung der Stadt Breslau. Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege. Ergänzungshefte, Bd. I. Heft 2.

Tiemann-Gärtner. Siehe oben.

L. Eyferth. Die einfachsten Lebensformen des Thier- und Pflanzenreiches, Naturgeschichte der mikroskopischen Süsswasserbewohner. 2. Auflage. Braunschweig. 1885.

Kirchner u. Blochmann. Die mikroskopische Thier- und Pflanzenwelt des Süsswassers.

Cohn, Ferd. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Breslau. Die in zwanglosen Heften seit 1872 erscheinenden Arbeiten enthalten grundlegende Studien über die Flora des Wassers und ihre Beurtheilung.

III. Wasserbakterien (Beschreibung von Species):

Wolffhügel. Erfahrungen über den Keimgehalt brauchbarer Trink- und Nutzwässer. Arb. a. d. k. Gesundheitsamt. Bd. I.

Zopf. Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig. 1882. (Namentlich näheres über Beggiatoa, Crenothrix, Cladothrix.)

Malapert-Neufville. Sorgfältige Schilderung von 25 Wasserbakterien aus der Gegend von Wiesbaden unter Hüppe's Leitung. Annales d'Hygiène 1887.

W. Heraeus. Ueber das Verhalten der Bakterien im Brunnenwasser, sowie über reduzirende und oxydirende Eigenschaften der Bakterien. Zeitschrift für Hygiene 1886. I. p. 193.

Breunig. Bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers der Stadt Kiel im August und September 1887. Dissertation. Kiel. 1888.

Adametz. Die Bakterien der Trink- und Nutzwässer. Mittheilungen der österreichischen Versuchsstation für Brauerei und Mälzerei in Wien. Heft I.

B. Rosenberg. Ueber die Bakterien des Mainwassers. Arch. f. Hyg. 1886. Bd. V.

G. C. Frankland u. P. Frankland. Ueber einige typische Mikroorganismen im Wasser und im Boden. Z. f. H., VI.

Zimmermann. Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer. Chemnitz. 1890.

Anhang I. Beurtheilung von Flussverunreinigungen.

§ 204. Durch die Schwemmkanalisation und ihre unhygienischen rohen Vorläufer, ferner durch Fabriken, Gerbereien u. s. f. wird das Wasser der Flüsse vielerorts sehr verunreinigt, und es kann ein Urtheil darüber gefordert werden, ob ein gewisser Grad von Verunreinigung sanitäre Bedenken errege. *Beurtheilng. von Flussverunreinigungen.*

Bei diesem Urtheil wird namentlich zu prüfen sein:

1. Wird das Wasser im Gebiete der Stadt so verunreinigt, dass es eine ekelhafte Beschaffenheit annimmt: Widerwärtiges Aussehen (trübe, gefärbt, flockig, schaumig etc.), widerwärtige Gerüche u. s. f.?

2. Setzt sich vielleicht, während das Wasser selbst wenig Verunreinigung zeigt, fäulnissfähige organische suspendirte Substanz ab, die, nur bei niederem Wasserstande aufgewirbelt, auffällige Belästigung für Augen und Nase verursacht, dabei aber doch hinreicht, die Verunreinigung als sehr schlimm erscheinen zu lassen? Es ist dies ein sehr wichtiger Punkt, wenn es sich um Seen und träg fliessende Flüsse handelt (Renk).
3. Wird das Wasser für weiter unterhalb am Flusse liegende Städte, die auf dasselbe als Trinkwasser angewiesen sind, für diesen Zweck unbrauchbar gemacht?
4. Verliert das Wasser für industrielle Anlagen, zum Strassensprengen u. s. f. seinen Werth?
5. Ist die Beschaffenheit so, dass Fische darin zu Grunde gehen?

Zum Entscheid von Punkt 1 und 2 genügt die Beobachtung durch die Sinne, Punkt 3 ist nach den oben gegebenen Gesichtspunkten und Methoden zu prüfen, Punkt 4 fällt zur Beurtheilung theilweise dem technischen Chemiker zu. Ueber Frage 5 finden sich eine Menge Angaben bei Weigelt, Arch. f. Hyg., III, vergl. auch Kämmerer (Bericht der 8. Vers. bayer. Ch. in Würzburg 1889).

Begutachtg. der Möglichkeit des Abschwemmens der Abfallstoffe.

Schwieriger wird das Urtheil, wenn, ehe eine Schwemmkanalisation ausgeführt ist, gefragt wird, ob wohl Wassergehalt, Stromgeschwindigkeit und Gefälle des Flusses ausreichen, um letzterem die abzuschwemmenden Schmutzstoffe ohne hygienische und ästhetische Nachtheile zuführen zu können. Diese Fragen erheischen immer Untersuchungen an Ort und Stelle, Untersuchungen, bei denen die Ingenieure das wichtigste Material zu verschiedenen Zeiten (bei Hoch- und Niederwasser, Sommerhitze, Eisgang u. s. f.) zu gewinnen haben. Möglichst genaue Kenntniss der Kanalwassermenge, der Zusammensetzung desselben sind ebenfalls unentbehrlich. Nicht immer haben sich übrigens die theoretischen Berechnungen in der Praxis bewährt, namentlich bei Flüssen mit wechselndem Wasserstande ist eine sichere Vorhersage des Erfolges höchstens dem mit diesen Fragen genau Vertrauten möglich.

Litteratur.

Litteratur.

v. Pettenkofer. Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. München. 1880.
König, J. Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen u. s. f. Berlin. 1888. Grosses, preisgekröntes Werk.
Emmerich u. Brunner. Die Veränderungen des Isarwassers während seines Laufes durch München. Z. f. Biologie. 1878.
Prausnitz, W. Der Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar u. s. w. München. 1889.
Frank, G. Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlins in bakteriologischer und chemischer Hinsicht. Z. f. Hyg., III.
Erismann. Die Entfernung der Abfallstoffe. Bd. II I. I. des Handbuchs der Hygiene von v. Pettenkofer u. v. Ziemssen.
Endlich die Berichte, welche zahlreiche Städte von sachverständigen Kommissionen über konkrete Fälle haben ausarbeiten lassen, z. B. Berlin, München u. s. f., sodann diejenigen der englischen Riverpollutionkommission.

Anhang II. Prüfung und Beurtheilung eines Wasserfilters.

§ 205. Ein Hausfilter neuerer Konstruktion hält die suspendirten Stoffe meist vollkommen zurück; metallische Gifte werden meist gar nicht, organische Stoffe sehr verschieden zurückgehalten. Keinenfalls darf das Filtermaterial dem Wasser einen unangenehmen Beigeschmack geben. Die Mikroorganismen des Wassers halten nur wenige Systeme längere Zeit vollkommen zurück, viele ganz unvollkommen. Die Mehrzahl vermindert eine Zeit lang den Pilzgehalt sehr, bis sich im Filter selbst die Pilze vermehren und dasselbe durchwachsen, so dass das Filtrat oft pilzreicher als das aufgegossene Wasser ist. Prüfung und Beurtheilng. eines Wasserfilters.

Die Prüfung der Filterwirkung chemischen Stoffen gegenüber — mögen sie gelöst oder suspendirt sein — ergiebt sich nach dem oben Gesagten von selbst. Zur bakteriologischen Prüfung wird das Filter in vorgeschriebener Weise in Gang gesetzt, darauf werden immer gleichzeitig sowohl Zählplatten von dem unfiltrirten als von dem filtrirten Wasser (anfangs im Intervall einiger Stunden, später von Tag zu Tag) gemacht und die Zahlen verglichen. Ferner ist zu beachten, wie sich die filtrirte Wassermenge im Laufe der Zeit ändert (meist baldige Abnahme), welchen Einfluss der Druck auf Ergiebigkeit und Leistungsfähigkeit äussert u. s. f. Auch die Leichtigkeit, mit der sich ein Filter reinigen, regeneriren lässt, ist wichtig. — Die Sandfilter der öffentlichen Wasserwerke liefern nie ein ganz pilzfreies Filtrat; sie wirken erst, wenn sich feinste Sinkstoffe, namentlich aber eine feine Bakterienhaut auf der Oberfläche niedergeschlagen hat und sich auch die Sandkörner mit schleimigen Massen (Bakterien und deren gequollenen Zerfallsprodukten) überzogen haben. Es scheint, dass die spärlichen im Filtrat vorhandenen Bakterien aus den tiefsten Filterschichten stammen, da in 1 cbcm des Filtrates stets 0—200 Bakterien sind, gleichgültig, ob ein Wasser mit 20000 oder 200000 Pilzen filtrirt; man soll deshalb die Verminderung der Pilze nicht in Prozenten ausrechnen. Mehr als 150 Pilze im frisch filtrirten Wasser lassen die Leistung des Filters als unbefriedigend erscheinen. Gelöste und suspendirte Substanzen u. Spaltpilze. Ergiebigkt. Sandfilter.

Zur sicheren Beurtheilung einer Filterwirkung arbeitet man deshalb am besten mit Aufschwemmungen von leicht nachweisbaren Pilzen, Bacillus prodigiosus u. dergl., bei Versuchen mit Hausfiltern auch mit Milzbrandbacillen und deren Sporen, Typhus, Cholera u. dergl.

Litteratur.

Plagge. Tageblatt der Berliner Naturforscherversammlung 1886. p. 323. Litteratur.
Hesse, W. Ueber Wasserfiltration. Zeit. f. Hyg., I.
Wolffhügel. Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers. Arb. aus d. k. Gesundheitsamt. Bd. I und
Plagge und Proskauer über dasselbe Thema. Z. f. Hyg. Bd. II. Chemische und bakt. Prüfung des durch Sand filtrirten Berliner Leitungswassers.
Bertschinger. Untersuchungen über die Wirkung der Sandfilter des städtischen Wasserwerks in Zürich. Zürich 1889. (Aus Vierteljahrschrift d. naturf. Ges. in Z. Bd. 34.)
Renk, Fr. Das Breyer'sche Mikromembranfilter und über die Ziele der künstlichen Wasserfiltration. Der Gesundheitsingenieur. IX. 1886.

Anhang III. Untersuchung und Beurtheilung von Eis.

Eis. § 206. In neuerer Zeit haben zahlreiche Untersucher dargethan, wie unrein sowohl Natur- als Kunsteis vielfach ist. Die chemische Untersuchung geschieht so, dass man einen Eisblock in ein Tuch wickelt und mit dem Hammer zertheilt, einige Stücke in ein Becherglas bringt, um sie im Wasserbade zu schmelzen. Sowie der Schmelzprozess vollendet ist, untersucht man das erhaltene Wasser genau nach den für Wasser üblichen Regeln. Von den festen Bestandtheilen des ursprünglichen Wassers sollen etwa 2 % in's Eis übergehen.

Chemische Prüfung.

Bakteriolog. Prüfung. Zur bakteriologischen Untersuchung entnimmt man wie oben einige Eisstückchen, zieht sie durch die Bunsenflamme und wirft sie in ein sterilisirtes Kölbchen mit Wattepfropf. Nach $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ h hat man genügendes Schmelzwasser, um Platten wie bei der Wasseruntersuchung giessen zu können. Eine ganze Anzahl pathogener Bakterien widersteht selbst langer Einwirkung niederer Temperatur, z. B. die Eiter erregenden Staphylo- und Streptokokken, die Erreger des Schweinerothlaufs; getödtet werden ziemlich leicht die Bacillen des Milzbrands und der Kaninchensepticämie. Das Eis enthält etwa 10 % der Bakterienzahl des Wassers, aus dem es stammt, beim längeren Aufbewahren nimmt der Pilzgehalt meist nicht ab.

Beurtheilng. Die Beurtheilung von Eis muss genau von den Gesichtspunkten ausgehen wie die von Wasser; selbst zu technischen Zwecken (nicht direkt zum Einwerfen in Getränke etc.) dienendes Eis, soll frei von Giften, ekelerregenden Stoffen und pathogenen Bakterien sein.

Litteratur.

Litteratur.

Fränkel, C. Ueber den Bakteriengehalt des Eises. Z. f. Hyg., I.
Heyroth, A. Ueber den Reinlichkeitszustand des natürlichen und künstlichen Eises. Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamt. Bd. IV.
Bordoni-Uffreduzzi. Die biologische Untersuchung des Eises u. s. f. Cent. f. Bakt. Bd. II.

Anhang IV. Untersuchung und Beurtheilung von kohlensäurehaltigen Wässern.

Künstliche kohlensaure Wässer. § 207. Neben einer Anzahl natürlicher kohlensäurereicher Wässer werden sehr viel künstlich bereitete verwendet; dieselben sind durch Einpressen von Kohlensäure in Brunnenwasser oder destillirtes Wasser hergestellt, und haben dabei noch einen Salzzusatz (namentlich Chlornatrium) erfahren.

Untersuchg. Die Untersuchung (nach den unter Wasser angegebenen resp. angedeuteten Methoden) auf Alkali- und Erdalkalisalze ist im Interesse der Hygiene ebensowenig wie eine Bestimmung des Kohlensäuregehaltes häufiger geboten. Wird nicht vorher die Luft gründlich aus dem Wasser ausgetrieben, so haftet die Kohlen-

säure nicht gut an dem ausgeschänkten Wasser, sondern entweicht stürmisch; aus unreinem Material gewonnene Kohlensäure schmeckt oft schlecht nach organischen Substanzen. Oft sind qualitative und quantitative Prüfungen auf Arsen, Blei Kupfer, Zinn, Zink anzustellen, wobei, wie bei „Wasser" resp. „Gebrauchsgegenstände" auseinander gesetzt, verfahren wird. Diese Elemente können theils durch ungenügendes Waschen der Kohlensäure hineinkommen, theils stammen sie aus den Apparaten bei der Herstellung, theils (namentlich Blei) aus vorschriftswidrigen Syphonverschlüssen. Letztere dürfen nur 1 % Blei enthalten. Fodor und Steiner fanden in Budapest im Liter Syphoninhalt bis 6,14 mg Blei und bis 6,21 mg Zinn — entschieden bei längerem Gebrauche sehr gefährliche Mengen. Kohlensäurehaltige Wässer mit Patentverschlüssen aus Gummi, Porzellan und Eisen sind meist frei von Blei. Kupfer wird in Spuren namentlich in dem glasweise verschenkten Wasser gefunden.

Schwermetallgehalt

Durch Verwendung von Wasser, das pathogene Pilze enthält, ist eine gewisse Gesundheitsgefährdung bedingt, wenn auch CO_2 für die Mehrzahl der Bakterien ein Gift ist. Hochstetter fand in wenigen Stunden Tödtung von Milzbrand und Cholera; Typhusbacillen können aber mehrere Tage (bis 5 Tage)[1]) am Leben bleiben. Milzbrand und Schimmelsporen bleiben Monate lang lebensfähig. Die Widerstandsfähigkeit der harmlosen Saprophyten muss eine sehr verschiedene sein; während Leone regelmässig eine starke Abnahme der Pilzzahl in mit Kohlensäure imprägnirten Wässern fand, konstatirte Hochstetter in frischen wie alten Proben von künstlichem Selterswasser oft Gehalte von 10—75000 Pilzen im Kubikcentimeter. — Die Wachsthumsenergie der Organismen ist durch die CO_2 verlangsamt, sodass frühestens nach 8 Tagen die am besten mit Agar angelegten Platten gezählt werden dürfen.

Pathogene Pilze.

Saprophyten

Vorläufig könnte ein reinschmeckendes giftfreies kohlensäurereiches Mineralwasser kaum wegen hohen Pilzgehaltes beanstandet werden, wenn keine pathogenen Bakterien anwesend sind; es dürfte sich aber empfehlen, gesetzliche Bestimmungen zu treffen, nach denen nur Wasser, welches allen Anforderungen an ein tadelloses Trinkwasser entspricht, zur Selterswasserfabrikation verwendet werden darf — wo solches fehlt, müsste die Verwendung von destillirtem Wasser verlangt werden.

Litteratur.

Steiner, J. Sodawasser. Archiv für Hygiene II. p. 436.
Hochstetter. Ueber Mikroorganismen im künstlichen Selterswasser. Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamt. II. Daselbst die ganze Litteratur der Frage.
Leone, C. Untersuchungen über die Mikroorganismen etc. Arch. f. Hyg., IV.
Fränkel, C. Die Einwirkung der Kohlensäure auf die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen. Z. f. Hyg., V., 1888.

[1]) Helwig will eine Typhusepidemie in Mainz auf Genuss von Syphons zurückführen. Die Typhusepidemie von Mainz im Sommer 1884. Mainz.

IV. Abschnitt.

Allgemeine Grundsätze bei der Untersuchung und Beurtheilung der Nahrungsmittel.

A. Untersuchung der wichtigsten Bestandtheile der Nahrungsmittel.

Aufgabe.

§ 208. Es scheint zweckmässig, um die Beschreibung der Untersuchung der einzelnen Nahrungsmittel kürzer gestalten zu können, die allgemeinen Methoden der Bestimmung ihrer wichtigsten Bestandtheile vorauszuschicken. Als solche betrachten wir:

1. Das Wasser.
2. Die Mineralstoffe (Asche).
3. Das Eiweiss.
4. Das Fett.
5. Die Kohlehydrate.

Probeentnahme.

Vorbedingung einer richtigen Analyse ist ein richtiges Entnehmen der Probe. Meist wünscht man Durchschnittsproben zu entnehmen; man hat deswegen die einzelnen Theile der zu untersuchenden Substanz auf's beste zu mischen. Flüssigkeiten lassen sich durch Umschütteln mischen; feste Körper werden getrocknet und (unter Zuhilfenahme von Sieben) möglichst fein durch Zerreiben, Stossen, Mahlen u. s. f. zerkleinert und aus dem gut gemischten Pulver die Proben entnommen.

Kontrollbestimmungen.

Wo es irgend angeht, sind alle Bestimmungen doppelt zu machen; stimmen die Resultate nahe überein, so nimmt man das Mittel; andernfalls sind 2 neue Bestimmungen auszuführen.

Wassergehalt und Trockensubstanz.

1. Bestimmung des Wassergehaltes resp. der Trockensubstanz.

Feste Körper

§ 209. 1. Feste Körper. Je nach dem muthmasslichen Wasser- und Aschengehalte wiegt man 2—10 g der Substanz ab. Als Wiegegefäss bedient man sich am besten zweier aufeinander geschliffener Uhrgläser, die durch eine federnde

Klammer zusammengehalten werden, oder — und zwar dann immer, wenn eine Aschenbestimmung angeschlossen werden soll — einer leichten, flachen Schale aus Platin oder dünnem Berliner Porzellan. Immer wird die Substanz möglichst ausgebreitet. Jetzt setzt man die Gefässe (die Uhrglasapparate geöffnet) für 4—5 ^{h} in den Trockenschrank bei 100—105 ^{0} (Seite 8 und 59), wiegt nach Ablauf dieser Zeit, nachdem man im Exsiccator hat erkalten lassen, wieder und wiederholt nun etwa jede Stunde das Wiegen, bis die Abnahme nicht mehr als 1—2 mg von einem Mal zum anderen beträgt.

Flüssige Körper.

2. Flüssige Körper dampft man entweder nach den Regeln von Seite 1 direkt ab (dies geschieht immer, wenn eiweissfreie Lösungen vorliegen) — oder man dampft mit ausgeglühtem Sande unter Umrühren mit einem Glasstabe auf dem Wasserbade ein, wie bei der Milch näher beschrieben. Es wird hierdurch vermieden, dass sich Knollen bilden, die Wassermengen einschliessen.

Komplikation durch Alkohol, äther. Oele etc.

Ist Wasser neben Alkohol zu bestimmen, so ermittelt man in einer Probe Wasser und Alkohol, in einer anderen den Alkohol allein, durch Differenz findet man das Wasser.

Eine ähnliche nur schwierigere Aufgabe entsteht, wenn neben Wasser ätherische Oele, flüchtige Fettsäuren etc. vorhanden sind; manchmal führt hier zum Ziele die Substanz im Exsiccator über Schwefelsäure, ohne die Anwendung von Wärme zu trocknen. Aber selbst, wenn man Evakuiren anwenden kann, dauert dies immer lange, oft viele Tage, bis alles Wasser abgegeben ist. Allgemeine Angaben sind hier nicht zu machen, in jedem Falle kann ein besonderes Verfahren nöthig sein.

2. Bestimmung der Asche.

Asche.

§ 210. Zur Bestimmung und Untersuchung der unverbrennbaren, anorganischen (mineralischen) Bestandtheile — der Asche — pflanzlicher oder thierischer, fester oder flüssiger Substanzen verwendet man meist den bei der Wasserbestimmung hinterbliebenen Trockenrückstand. Dieser stellt die Summe aller nichtflüchtigen organischen und anorganischen Bestandtheile, die Asche nur die letzteren dar.

Menge der zu verwend. Substanz.

Wie unter Wasserbestimmung angegeben, gelangen von festen Körpern je nach ihrem höheren oder niedrigeren Aschengehalt 2—10 g, von Milch etwa 10, von Wein und Bier 50 cbcm (die aber gewogen werden müssen) in Anwendung. Da die zu bestimmenden Werthe häufig nicht auf die ursprüngliche Substanz mit ihrem wechselnden Feuchtigkeitsgehalte zu beziehen sind (z. B. bei Mehl, Gewürzen u. s. w.), sondern auf den Trockenrückstand, so hat die Wasserbestimmung ohnehin vorherzugehen.

Veraschung.

Die flache Platinschale[1]) mit dem gewogenen Trockenrückstande bringt man auf ein Thondreieck (S. 5) und bewegt erst vorsichtig die kleine Gasflamme darunter hin und her, um ein etwaiges Spritzen oder ungleichmässiges Aufschäumen und Uebersteigen (bei Wein und Bier) zu verhindern; es empfiehlt sich, die Verkohlung allmählich vom Rande aus vor sich gehen zu lassen. Wenn

[1]) Bei Mangel an Platinschalen verwendet man Porzellantiegel zur Aschebestimmung, ebenso verfährt man, wenn die Substanz Stoffe enthält, die den Platintiegel gefährden könnten (Seite 5).

dabei die entwickelten Gase sich entzünden, schadet dies gar nicht; man lässt ruhig weiter brennen und wird so weniger durch den stinkenden Rauch belästigt. Manche Substanzen brennen ohne weiteres weiss; andere dagegen, die reich sind an Phosphaten oder Kalisalzen, schliessen unverbrannte Kohletheilchen so fest ein, dass ein direktes Veraschen nicht möglich ist.

Kunstgriffe bei schwierig zu veraschenden Substanzen.

Zu grosse oder zu lange einwirkende Hitze könnte höchstens die Alkalien verflüchtigen, wodurch zu niedrige Werthe erhalten würden; in diesem Falle (z. B. bei Bier, Mehl, Brod) erhitzt man nur, bis die Kohle nicht mehr deutlich glimmt, lässt dann offen erkalten (die Kohle zieht dabei Sauerstoff an) und zerreibt mit einem dicken Platindraht oder rund geschmolzenen Glasstabe in kleinere Theile, wobei die Schale auf einen Bogen Glanzpapier gestellt wird, um etwa herausgeworfene Splitterchen mit Hilfe der Federfahne wieder in die Schale sammeln zu können. Nun erhitzt man von neuem auf der Flamme, wobei man durch Umrühren mit dem dicken Platindraht nöthigenfalls die Veraschung beschleunigen kann. Eine ganz weiss gebrannte Asche wird in vielen Fällen aber auch so noch nicht erzielt; dann ist es nothwendig, nach dem Erkalten die Salze, welche die Kohletheilchen einschlossen, in wenig Wasser zu lösen. Bleibt nur wenig ungelöste Substanz zurück, so stellt man die Schale etwas geneigt auf ein kochendes Wasserbad, bis der grösste Theil des Wassers verdunstet ist und die Kohle sich ziemlich fest an die Schale angelegt hat; nun lässt man durch vorsichtiges zeitweise unterbrochenes Drehen der Schale die Aschenlösung von der Kohle abfliessen und verdunstet sie auf der anderen Seite der Schale zur Trockne, um dann wieder vorsichtig auf offener Flamme zu erhitzen. War dagegen die Menge der in Wasser unlöslichen Substanz beträchtlicher, so filtrirt man an einem Glasstabe durch ein Filter von bekanntem Aschengehalte in ein Erlenmeyer'sches Kölbchen, wäscht mit kochendem Wasser nach und bringt dann den Rückstand sammt Filter in die Schale zurück. Sollte beim nunmehrigen Erhitzen noch keine weisse Asche erzielt werden, so wiederholt man das Auflösen, Auswaschen und gelinde Glühen, bis dies erreicht ist. Darauf lässt man die Schale erkalten, bringt sie auf ein Wasserbad (Porzellanring oder unterlegtes Filtrirpapier) und setzt nach und nach das Filtrat und Waschwasser der Aschenlösung hinzu, spült mit destillirtem Wasser nach, verdunstet soweit zur Trockne, als dies auf dem Wasserbade möglich ist und glüht nun sehr vorsichtig mit der kleinen, allmählich vergrösserten, hin und her bewegten Flamme; fände nämlich hierbei ein Spritzen statt, so müsste die ganze Bestimmung wiederholt werden.

Ist — was sehr oft vorkommt — die Asche stark hygroskopisch, so ist nach kurzer Zeit erneuten Glühens nochmals möglichst rasch zu wiegen, wobei das bei der ersten Wägung gefundene Gewicht von vornherein auf die Wagschale gelegt wird.

3. Bestimmung der Eiweisstoffe.

Bestimmung des Eiweiss.

§ 211. Es fehlen bisher Methoden, um den wichtigen Nahrungsstoff Eiweiss direkt in komplizirteren Gemischen bestimmen zu können[1]). Sehen wir von einigen wenigen Fällen ab, z. B. Milch, in denen das Eiweiss direkt gefällt und gewogen werden kann (vergl. Milch), so sind wir ganz allgemein gezwungen, an die Stelle der Bestimmung des Eiweiss die des Stickstoffes zu setzen. Thierisches

Stickstoffbestimmung statt Eiweissbestimmung.

[1]) Anhaltspunkte, wie man bei diesen umständlichen Untersuchungen verfährt, finden sich z. B.:
Rubner. Ueber fluid meat. Zeitschr. für Biol. 1879 und 1880.
Stutzer. Jahrbuch für Landwirthschaft 1881. p. 473.
Uffelmann. Ueber den Eiweissgehalt und die Verdaulichkeit der essbaren Pilze. Arch. f. Hyg., VI.

Eiweiss enthält im Durchschnitt 16% N; multiplizirt man die gefundene Stickstoffmenge mit $6^1/_4$, so erhält man das Eiweiss; will man auf Pflanzeneiweiss rechnen, das 16,66% N enthält, so darf man nur mit 6 multipliziren. Es geschieht dies bei physiologischen Arbeiten stets, doch verwenden die Nahrungsmittelchemiker meist ohne Unterschied den Faktor 6,25. Leider machen wir grobe Fehler, wenn wir ohne Weiteres bei Nahrungsmitteln den ganzen Stickstoff auf Eiweiss rechnen; erlaubt ist dies bei Fleisch, Milch, Cerealien, die neben reichlichem Eiweiss nur geringe Mengen anderer N-haltiger Bestandtheile (Extraktivstoffe) enthalten; falsch ist es bei Kartoffeln (40% des Stickstoffes ist auf Amidokörper, Solanin u. s. f. zu beziehen), bei Pilzen (20—30% des Stickstoffs ist als Amidokörper vorhanden), bei Käse u. s. w.

Berechnung des Eiweiss aus dem Stickstoff.

Bei Fleischextrakt, Bierextrakt, Weinextrakt, Boden, Schmutzwasser etc. rechnet man am besten den Stickstoffgehalt überhaupt nicht um, sondern giebt ihn als solchen an.

§ 212. Zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes[1]) sind zwei Methoden bei hygienischen Arbeiten üblich:

Prinzip der Methode von Will-Varrentrapp.

1. Methode von Will-Varrentrapp. Das Verfahren beruht auf dem Prinzip, dass der Stickstoff aller[1]) stickstoffhaltigen Substanzen durch Glühen mit Natronkalk (Aetznatron + Aetzkalk) in Ammoniak verwandelt wird. Das ausgetriebene Ammoniak wird in Schwefelsäure absorbirt und durch Titriren bestimmt. Da die Methode einen theueren Verbrennungsofen voraussetzt, lange dauert, blinde Kontrollversuche erfordert, viele Verbrennungsröhren kostet und die dadurch erhaltene Flüssigkeit durch die Gegenwart gefärbter Stoffe oft schwer genau zu titriren ist und vor der zweiten gleich zu beschreibenden gar keine Vorzüge besitzt, so müssen diese Andeutungen genügen.

Kjeldahl'sche Methode

2. Die Methode nach Kjeldahl. Diese erst seit wenig Jahren bekannt gewordene Methode hat sich rasch in allen Laboratorien eingebürgert, und wird zur Zeit fast ausschliesslich ausgeführt. Zahllose leichte Modifikationen sind im Gebrauch. Hier haben als Grundlage gedient Proskauer und Zülzer (Zeitschr. für Hyg., VII).

Prinzip.

Prinzip. In der feingepulverten trockenen Substanz, beziehungsweise in dem trockenen Rückstande von Flüssigkeiten geht durch Erhitzung mit konzentrirter Schwefelsäure nach und nach aller Stickstoff[1]) vollkommen in Ammoniak über. Dasselbe wird durch Uebersättigen der Schwefelsäure mit Natronlauge ausgetrieben und in titrirter $^1/_5$ Normalschwefelsäure aufgefangen.

Fehlerquelle durch Nitrate

[1]) Die Nitrate werden nach beiden Methoden nicht in Ammoniak verwandelt. Will man den Nitratstickstoff nach Kjeldahl mitbestimmen, so reduzirt man die Salpetersäure mit Zink und verdünnter Schwefelsäure zu Ammoniak (vergl. Seite 230) oder man bestimmt in einer Probe den Stickstoff mit Ausschluss der Nitrate, in einer anderen die Nitrate. Da bei grossem Nitratgehalte doch ein kleiner Theil in Ammoniak übergeht, so kocht man in diesem Falle die Substanz erst $1-2^h$ mit verdünnter Schwefelsäure in einer Porzellanschale, wodurch die Salpetersäure verjagt wird. — Nitratgehalt gehört aber zu den relativ seltenen Vorkommnissen bei hygienischen Untersuchungen, abgesehen von Wasser und salpeterhaltigen Fleischwaaren.

Reagentien.

Reagentien. 1. Konzentrirte Schwefelsäure. Am besten verwendet man eine Mischung: 800 cbcm reine konzentrirte, 200 cbcm rauchende Schwefelsäure, in der man 100 g Phosphorsäureanhydrid auflöst.

2. Geschmolzenes wasserfreies Kupfersulfat.
3. Quecksilber.
4. Schwefelkaliumlösung: 40 g in 1 Liter. Wenigstens 3 h vor dem Gebrauche zu bereiten, damit sich der ungelöste Antheil zu Boden setzen kann.
5. Natronlauge 500 g in 1 Liter.
6. 1/5 Normalschwefelsäure.

Weiter sind nothwendig etwa 150 cbcm fassende langhalsige Zersetzungskolben aus gut gekühltem Kaliglas für das Kochen mit der Säuremischung, und geräumige (750 cbcm) fassende Erlenmeyer'sche Destillationskolben. Alle Kolben sind am besten mit einem matten Schildchen versehen, um Notizen anbringen zu können.

Ausführung. Feste Körper

Ausführung. Man bringt die abgewogene, fein pulverisirte Masse [1/2 g bei hohem (Fleisch, Fleischextrakt), 1 g bei mittlerem (Mehl, Brod), 2—5 g bei niederem (Stärke) Stickstoffgehalt] in einen Kochkolben, giebt 20 cbcm Säuremischung hinzu, ausserdem ca. 0,5 g wasserfreies Kupfersulfat und ca. 1 g metallisches Quecksilber. Diese Mengen wiegt man nur einmal, später genügt das Augenmaass. Den Kolben stellt man mit schräg geneigtem Halse auf ein Drathnetz und erhitzt unter Umschütteln $^{1}/_{2}$—$^{3}/_{4}{}^{h}$ mit kleiner Flamme (am besten mit Pilzbrenner) bis zur Lösung der Substanz, dann noch etwa 3^{h}, — resp. so lange, bis die Lösung hell, farblos oder blassgelblich geworden ist. Es tritt durch zu frühes starkes Erhitzen, ehe die Substanz gelöst ist, sehr leicht ein Stickstoffverlust auf.

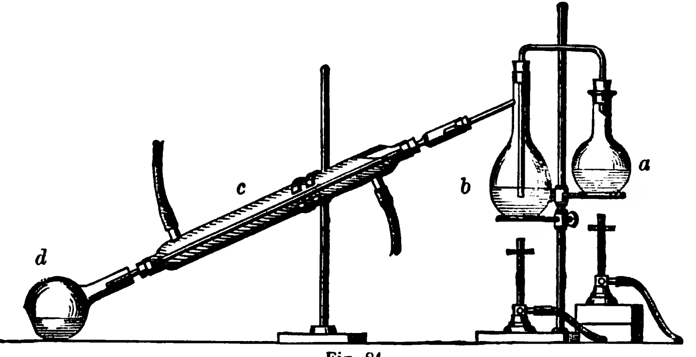


Fig. 84.
Stickstoffbestimmung unter Verwendung des Landmann'schen Apparats
(der Kolben *b* muss aber einen Kugelaufsatz tragen wie in Fig. 85).

Flüssigkeiten.

Ist Stickstoff in Flüssigkeiten zu bestimmen, so bringt man gewogene Mengen in den leeren Zersetzungskolben und dampft sie unter Zusatz von einigen cbcm verdünnter Schwefelsäure möglichst zur Trockene. Von Milch und Bier werden ca. 20 g, von Wein 50—100 g, von Wasser wenigstens 200 g verwendet; dann verfährt man, wie für feste Körper angegeben. Wegen N_2O_5 vergl. 253.

Ist Entfärbung eingetreten, so lässt man etwas abkühlen, giesst dann den Inhalt des Zersetzungskolbens in den geräumigen Erlenmeyer'schen Destillir-

kolben und spült mit Wasser ersteren zweimal nach. Die durch den Wasserzusatz wieder erhitzte Flüssigkeit (ca. 150 cbm) lässt man etwas abkühlen und setzt Natronlauge bis zum schwachen Ueberschuss hinzu. Man muss vorher ausprobiren, wieviel Lauge bei der angewandten Säure zur Alkalisirung nöthig ist; diese Menge (wenn man nach der oben gegebenen Vorschrift arbeitet ca. 16,7 cbcm) setzt man in 2 Zeiten zu, erst 15 cbcm, lässt wieder abkühlen, und dann rasch ca. 3 cbcm Lauge und 40 cbcm Schwefelkaliumlösung, wodurch das Quecksilber gefällt wird. Jetzt werden noch rasch einige Zinkstückchen hineingeworfen und der Apparat geschlossen. Die Zinkstückchen dienen dazu, bei dem folgenden Erhitzen das Stossen abzuschwächen.

§ 213. Das Abdestilliren des durch die Natronlauge frei gemachten Ammoniak's geschieht verschieden, vorgelegt werden stets 50 cbcm $^1/_5$ Normalschwefelsäure. **Abdestilliren des Ammoniaks.**

Die Mehrzahl der Chemiker destillirt jetzt wohl ohne Kühler. Sofort nach dem Verschliessen erhitzt man den Kolben auf dem Drahtnetze. Wichtig ist (Fig. 85), dass das Destillirrohr einen Kugelansatz (*a*) hat, der das gelegentlich drohende Ueberspritzen von Natronlauge verhindert; zweitens ist der absteigende Schenkel sehr weit zu nehmen oder mit einer kugeligen Auftreibung (*b*) zu versehen, sodass ein Zurücksaugen der vorgelegten Schwefelsäure in den Destillirkolben unmöglich wird. Letzteres droht sonst natürlich, sowie der erhitzte Destillirkolben sich abkühlt. Im Beginn des Destillirens stösst die Flüssigkeit gewöhnlich einige Mal heftig, dann siedet sie ruhig; gegen Ende, wenn sie auf etwa $^1/_2$ eingedampft ist, treten meist auf's neue knackende Stösse auf, die an die Beendigung des Versuches erinnern. Ist der Versuch beendet, so lüftet man das Schlauchstückchen *c* und spült das Kugelrohr *b* mit etwas destillirtem Wasser in die Vorlage aus.

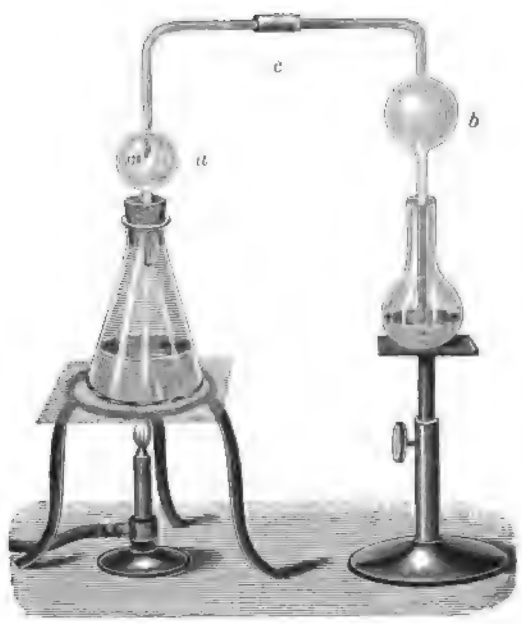


Fig. 85.
Kjeldahl's Stickstoffbestimmung ohne Kühler.

Proskauer und Zülzer empfehlen das Ammoniak mit Hilfe eines nach Art der Figur 84 konstruirten Apparates auszutreiben. *b* enthält die alkalisirte Schwefelsäure, *a* destillirtes Wasser. *b* wird schwach auf kleiner Flamme erhitzt, *a* wird zuvor schon in kräftiges Kochen versetzt. Das Destillationsrohr muss in die vorgelegte Flüssigkeit eintauchen (Fig. 84 giebt dies inkorrekt).

Man destillirt ab, bis in dem Vorlagekölbchen ca. 200 cbcm sind. Nach Beendigung des Versuches titrirt man in beiden Fällen mit $^1/_5$ Normalnatronlauge zurück unter Anwendung von Lackmustinktur oder Rosolsäure als Indikator.

Beispiel. Die Berechnung zeigt am besten ein Beispiel:

Zur Untersuchung dient 1 g Roggenmehl.

Es waren vorgelegt 50 cbcm $^1/_5$ Normalschwefelsäure, dieselben verbrauchten zur Titrirung mit Rosolsäure statt 50 cbcm $^1/_5$ Normalnatron nur 42,3 cbcm. Es ist also eine Ammoniakmenge absorbirt die 50 — 42,3 = 7,7 cbcm $^1/_5$ Normalnatronlauge äquivalent ist.

1 cbcm $^1/_5$ Normalnatronlauge (s. S. 28) enthält $\frac{40}{5}$ mg NaOH und entspricht $\frac{17}{5}$ mg Ammoniak oder $\frac{14}{5} = 2{,}8$ mg Stickstoff. Die Titerabnahme um 7,7 cbcm bedeutet also den Gehalt von 7,7 . 2,8 = 21,56 mg Stickstoff, resp. einen Eiweissgehalt von 6,25 . 21,56 mg. Da diese Menge in 1 g Substanz enthalten ist, so beträgt der Eiweissgehalt 13,475 %.

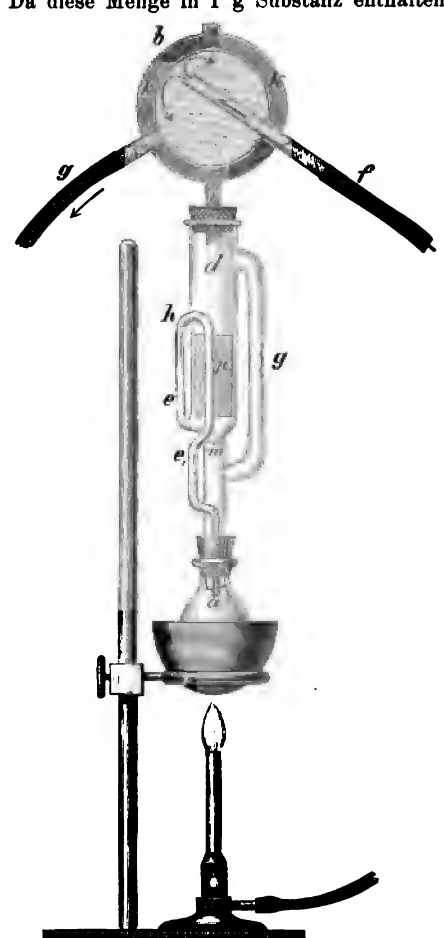


Fig. 86.
Apparat von Szombathi-Soxhlet mit Metallkühler nach Soxhlet (Wasserbad zu klein).

4. Bestimmung des Fettes.

Bestimmung des Fettes.

§ 214. Prinzip. Das Fett kann in den meisten Fällen aus der getrockneten Substanz mit Aether extrahirt und dann entweder nach dem Verjagen des Aethers direkt gewogen werden, oder man bestimmt den Gewichtsverlust der mit Aether extrahirten Substanz, nachdem man sie getrocknet.

Verfahren mit dem Apparat von Szombathi-Soxhlet, dessen sinnreiche Konstruktion Fig. 86 versinnlicht. Der Apparat besteht aus 3 Theilen: Einem weithalsigen, leer gewogenen Kölbchen *a*, das ungefähr zu $^1/_2 - ^2/_3$ mit Aether gefüllt wird, ferner aus dem eigentlichen Extraktionsapparat *d* und dem Kühler *k*, in dem sich die Aetherdämpfe kondensiren, welche aus dem Kölbchen aufsteigen, das auf einem engen Ring über einem sacht kochenden Wasserbade steht.

Als Kühler dient vielfach die abgebildete Soxhlet'sche Doppelkugel aus vernickeltem Blech, die in gezeichneter Weise von Wasser durchströmt wird; man kann statt ihrer auch einen Liebig'schen Kühler (Fig. 5) steil aufsteigend auf das Kölbchen aufsetzen. Jedenfalls hat man einen Metallkühler, der noch nie oder seit längerer Zeit nicht mehr gebraucht wurde, mit Wasser, Alkohol und Aether sorgfältig zu reinigen und darauf zu trocknen, ehe man ihn zu einem Versuche verwendet.

Letztere wird verpackt, indem man um einen cylindrischen Kork (etwas dünner als *d* in Fig. 86) ein Stück entfettetes Filtrirpapier 2 mal herum rollt, über die ebene Basis des Korkes ein dem Durchmesser desselben entsprechendes Stück der gebildeten Rolle hervorstehen lässt und dieses beim Schliessen des Paketes zu einem Boden umbiegt. Jetzt nimmt man den Kork heraus, bringt die Substanz an ihre Stelle und schliesst nun oben die Hülse durch Zusammenfalten des vorstehenden Randes. So wird ein allseitig geschlossenes Paket erhalten (*p*), das in *d* eingeschoben wird. Dasselbe muss stets niedriger als *h*, der oberste Punkt des Rohres *e*, sein. Der Weg der Aetherdämpfe ist folgender: Aus *u* gelangen sie nicht bei *m* direkt in das Extraktionsgefäss (dieses ist hier verschlossen), sondern durch eine weite Röhre *c* direkt in den oberen Theil des Extraktionsraumes, in dem sich *p* befindet. Von hier dringen sie in das Kühlrohr *i*, aus dem sie zu Tropfen verdichtet in raschem Tempo auf *p* niederfallen, die Patrone allmählich von allen Seiten umspülend und endlich bedeckend. Gleichzeitig mit dem Aether im Extraktionsraume steigt auch derselbe in dem engen Rohre *e* auf, bis er dessen Umbiegung bei *h* erreicht hat; dann fliesst er nach e_1 ab und nun entleert sich plötzlich durch Heberwirkung rasch der ganze im Apparate angesammelte Aether sammt dem Fett, das bis dahin gelöst ist. Das Spiel wiederholt sich etwa alle 5 Minuten, immer wieder wird die Patrone von frischem Aether umspült, immer vollständiger sammelt sich das Fett im weithalsigen Kölbchen an. — Selbstverständlich sind keine Kautschuckpfröpfe, die von Aether angegriffen werden, sondern Korke zu verwenden, die vorher durch längeres Einlegen in Aether von den fett- und harzartigen Substanzen, die sich in jedem Korke finden, befreit wurden. Ebenso ist das verwendete Filtrirpapier zu entfetten.

Einhüllung der zu extrah. Substanz.

Fettreiche Substanzen muss man oft 12^h und länger extrahiren, bei fettarmen können 3^h genügen. Will man sich überzeugen, ob die Extraktion vollendet ist, so ersetzt man das erste Aetherkölbchen durch ein frisches zweites; hat dasselbe etwa 10 Minuten funktionirt, so darf es nach Verdunsten des Aethers keine Gewichtszunahme zeigen, die 1—2 mg überschreitet. Diese Kontrolle ist nicht zu umgehen. Mit dem Apparate ist sehr leicht zu arbeiten, nur hüte man sich das Wasserbad zu stark zu erhitzen. — Da zuweilen die Papierhülse nicht allen feinsten Substanztheilchen den Durchlass verwehrt, wodurch dann die untere kleine Röhre sich verstopft, ist es praktisch, auf den Boden von *d* unter *p* ein Pfröpfchen Asbest oder entfetteter Watte als Filter zu bringen.

Extraktionsdauer.

Kontrolle der Beendung des Versuches.

Um nach der vollendeten Extraktion den Fettgehalt zu bestimmen, kann man erstens den Aether aus der Fettlösung verdunsten und das Kölbchen wiegen. Zu diesem Zwecke hält man das Kölbchen vorsichtig in eine Schale mit heissem Wasser entfernt von einer Flamme; namentlich anfangs thut man gut, den Kolben anhaltend umzuschwenken. Ist das Kölbchen nicht weit mit der Aetherfettlösung gefüllt, so ist es oft am allerbequemsten, den Aether einfach dadurch zu verjagen, dass man das Kölbchen auf einer Papierunterlage oben auf den Trockenschrank stellt. — Zum Schlusse der Trocknung setzt man stets das Kölbchen in den auf 100° erwärmten Trockenschrank, wiegt das erste Mal nach 2 Stunden und dann alle 30 Minuten, bis das Gewicht konstant geworden ist. So wie der Trockenschrank höher erhitzt wird, tritt eine stärkere Zersetzung

Wägung des Fettes.

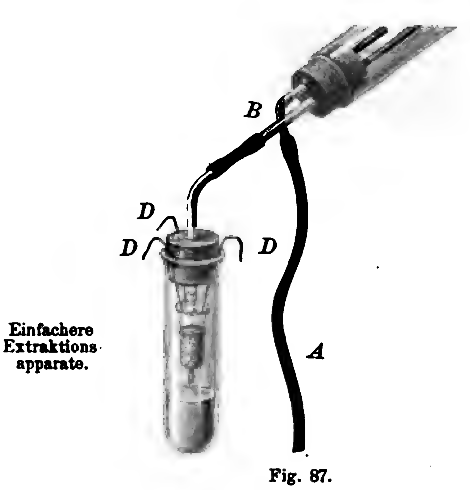


Fig. 87.
Extraktionsapparat von Medicus.

des Fettes ein. Ein geringer Fehler wird hierdurch übrigens schon durch Trocknen bei 100° bedingt. Zweitens kann man indirekt das Fett bestimmen aus dem Gewichtsverluste, den die vor und nach dem Versuche gut getrocknete Patrone erleidet. Empfehlenswerth ist es, beide Methoden anzuwenden, die Resultate werden bei sorgfältigem Arbeiten gut stimmen, wenn die Patrone schliesst.

Einfachere Extraktionsapparate.

Einfachere Apparate sind viele konstruirt; ein recht guter, wenig zerbrechlicher und sehr billiger ist der von Medicus (Fig. 87). Die Substanz kommt in das unten offene innere Röhrchen und wird kontinuirlich von sich kondensirendem, auftropfendem Aether durchspült. Das äussere Röhrchen, mit etwas Aether versehen, ruht mit der Kuppe auf einem kleinen engen Wasserbadring. *D*, *D*, *D* sind 3 Drähte. Das Rohr *B* dient zur Kondensirung des Aethers; es führt durch einen Liebig'schen Kühler, aus dem *A* das Wasser ableitet. Ist der Versuch beendet, so giesst man den Aether aus dem äusseren abgenommenen Rohre in ein Wägegläschen und wiegt das beim Verdunsten zurückbleibende Fett.

5. Bestimmung der Kohlehydrate.

1. Orientirung über die verschiedenen Kohlehydrate.

§ 215. Nur selten wird es angehen, die Kohlehydrate aus der Differenz zu bestimmen, indem man von der Trockensubstanz das Gewicht der Asche, des Eiweiss und Fettes abzieht — annähernd richtige Werthe erhält man so bei käuflicher Stärke, bei feinem Mehl, feinem Brot. Meist ist die direkte Bestimmung nothwendig, die besonders dann schwierig werden kann, wenn mehrere Kohlehydrate nebeneinander zu bestimmen sind.

Uebersicht der Kohlehydrate.

Einen Ueberblick über die wichtigsten Kohlehydrate giebt uns folgendes Schema:

1. In Wasser löslich:

a) In Alkohol löslich:

α) Reduzirt Fehling'sche Lösung ohne weiteres:

Dextrose = Traubenzucker. ($C_6H_{12}O_6$)
Lävulose = Fruchtzucker. ($C_6H_{12}O_6$)
Maltose = Malzzucker. ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
Lactose = Milchzucker. ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

β) Reduzirt Fehling'sche Lösung erst nach der Invertirung:

Saccharose = Rohrzucker. ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

b) Durch Alkohol fällbar:

Dextrin und Gummi ($C_6H_{10}O_5$) (reduziren Fehling'sche Lösung erst nach der Invertirung).
Manche Dextrine geben Rothfärbung mit verdünnter Jodjodkaliumlösung.

2. In Wasser unlöslich:

a) durch Diastase in Maltose, durch Kochen mit Säure in Dextrose zu verwandeln. Mit heissem Wasser zu Kleister quellend, Blaufärbung durch Jodlösung in der Kälte, die Farbe schwindet beim Erhitzen und kehrt bei Zimmertemperatur wieder:

Amylum = Stärke. ($C_6H_{10}O_5$)

b) Durch Diastase nicht in eine Zuckerart verwandelbar, dagegen durch sehr langes Kochen mit verdünnten Säuren.

Keine direkte Blaufärbung durch Jod, dagegen nach Einwirkung von konzentrirter Schwefelsäure (durch die Bildung von stärkeähnlichen Körpern):

Cellulose. ($C_6H_{10}O_5$)

Unter Inversion verstehen wir die Ueberführung von nicht reduzirenden Kohlehydraten durch Kochen mit verdünnten Säuren (oder durch Fermente) in Zuckerarten von der Formel $C_6H_{12}O_6$, die direkt Fehling'sche Lösung zu gelbem Kupferoxydulhydrat $Cu_2(OH)_2$ oder rothgelbem Kupferoxydul Cu_2O reduziren. Inversion.

Die Fehling'sche Lösung war nach der Angabe ihres Erfinders eine mittelst weinsaurer Salze hergestellte Lösung von Kupferoxydhydrat, die aber den Nachtheil hatte, dass sie sich schon bei kürzerem Aufbewahren theilweise zersetzte. Jetzt bewahrt man die 3 Komponenten der Fehling'schen Lösung stets getrennt auf: Herstellung der Fehling'schen Lösng.

a) Wässrige Lösung von 34,64 g reinsten Kupfersulfats ($CuSO_4 + 5H_2O$) zu 500 cbcm.

b) Wässrige Lösung von 173 g Seignettesalz (weinsaures Natronkali) zu 400 cbcm.

c) Wässrige Lösung von 250 g reinsten Aetznatrons zu 500 cbcm.

Man mischt sich stets unmittelbar vor dem Gebrauche kleine Mengen im Verhältniss: 80 cbcm Seignettesalzlösung + 20 cbcm Natronlauge + 100 cbcm Kupfersulfatlösung und zwar in der angegebenen Reihenfolge.

2. Qualitativer Nachweis der einzelnen Kohlehydrate.

§ 216. Die (wenn nöthig gepulverte) Substanz zieht man mit Wasser aus und prüft das Filtrat auf den Geschmack und auf ihr Verhalten zu Fehling'scher Lösung, die mit dem gleichen Raumtheile Wasser verdünnt in einem Probirglase gekocht und mit einigen cbcm des Filtrats etwa 6 Minuten auf etwa 100° gehalten wird. Tritt Abscheidung von Kupferoxydul ein, so ist mit Hilfe des Polarisationsapparates in hier nicht näher zu schildernder Weise die reduzirende Zuckerart zu ermitteln. Bleibt die Lösung klar und blau, so sind keine reduzirenden Zuckerarten vorhanden. Der Rest des Filtrates, welcher Rohrzucker, Dextrin und Gummi enthalten kann, wird nun auf dem Wasserbade bis nahezu zur Trockne verdampft und unter Umrühren allmählich mit absolutem Alkohol versetzt, um letztere beiden abzuscheiden, während Rohrzucker in Lösung bleibt und nach dem Verdunsten der filtrirten Lösung durch den süssen Geschmack oder dadurch erkannt wird, dass man wieder in Wasser löst und mit einigen Tropfen Salzsäure eine Zeit lang kocht, darauf die Säure mit Natronlauge abstumpft und nun ebenso wie vorher einige cbcm davon zu kochender Fehling'scher Lösung hinzusetzt. Qualitat. Nachweis d. einzelnen Kohlehydrate.

In gleicher Weise kann man das durch Weingeist ausgeschiedene Dextrin oder Gummi in Wasser lösen und durch anhaltendes Kochen (oder Erhitzen unter Druck) mit Säure in reduzirenden Zucker überführen. Stärke und Cellulose, die in Wasser nicht löslich sind, werden durch Kochen mit Säure ebenfalls (letztere sehr langsam) invertirt; Stärke allein wird durch Diastase (in einem Malzauszuge) bei Temperaturen unter 70° verzuckert, während Cellulose ungelöst zurückbleibt.

Fehlerquellen.

So kann man die verschiedenen Kohlehydrate neben einander nachweisen, nur dürfen andere Körper, die ebenfalls auf Fehling'sche Lösung reduzirend wirken (z. B. schweflige Säure, manche Harnbestandtheile) nicht vorhanden sein.

3. Quantitative Bestimmung der Kohlehydrate.

Prinzip der Methoden d. quantit. Bestimmung.

§ 217. Allgemeine Vorbemerkungen. Prinzip der Methoden. Zur quantitativen Bestimmung werden in der besprochenen Weise alle Kohlehydrate (mit Ausnahme etwa der Cellulose), insofern sie nicht schon direkt reduziren, in reduzirende Zuckerarten übergeführt und diese letzteren entweder maassanalytisch oder gewichtsanalytisch mit Fehling'scher Lösung oder auch optisch bestimmt.

Maassanalyse.

Das Prinzip der maassanalytischen Methode ist: Man ermittelt, wie viel Zuckerlösung eben ausreicht, 50 cbcm Fehling'sche Lösung zu reduziren. Die Gewichtsanalyse wiegt das aus kochender Fehling'scher Lösung durch eine bestimmte Menge Zuckerlösung ausgeschiedene Kupferoxydul nach seiner Reduktion zu metallischem Kupfer.

Gewichtsanalyse.

Bedingung. beim Arbeiten mit Fehling'sch. Lösung.

Beim Arbeiten mit Fehling'scher Lösung — mag man maass- oder gewichtsanalytisch verfahren — hat man folgende Punkte im Auge zu behalten:

1. Von jeder Zuckerart reduzirt 1 g eine ganz bestimmte für die einzelne Zuckerart charakteristische Kupfermenge.
2. Diese Menge ist ausser von der Zuckerart von den näheren Versuchsbedingungen abhängig (Konzentration der Zuckerlösung, Menge der Fehling'schen Lösung, Dauer des Kochens etc.). Es sind deshalb bestimmte Versuchsbedingungen peinlich einzuhalten.

Arbeitet man nach Soxhlet immer mit möglichst annähernd 1% Zucker haltenden Lösungen und unverdünnter Fehling'scher Lösung, so gelten folgende Zahlen:

½ g Zucker	reduzirt cbcm Fehling'sche Lösung	50 cbcm Fehling'sche Lösung	entsprechen g Zucker
Traubenzucker	105,2	Traubenzucker	0,2375
Invertzucker	101,2	Invertzucker	0,2470
Lävulose	97,2	Lävulose	0,2572
Milchzucker	72,0	Milchzucker	0,3380
Maltose	64,2	Maltose	0,3890

Die stark verdünnten Lösungen, mit denen man bei chemischen Zuckerbestimmungen arbeiten muss, machen ein besonders sorgfältiges Arbeiten zur Pflicht; alle Fehler multipliziren sich sehr.

Die verschiedenen Zuckerarten reduziren kochende Fehling'sche Lösung verschieden rasch; so ist nothwendig Kochdauer.

bei Traubenzucker	eine Kochdauer von	2 Minuten
„ Invertzucker	„ „ „	2 „
„ Lävulose	„ „ „	2 „
„ Maltose	„ „ „	3—4 „
„ Milchzucker	„ „ „	6—7 „

Alle näheren Angaben über die Methoden sind unter den einzelnen Zuckerarten zu finden; beim Traubenzucker, der als allgemeines Beispiel dient, am ausführlichsten.

§ 218. **Traubenzucker (Dextrose).** Bestimmung des Traubenzuckers durch Titrirung. (Prinzip siehe Seite 260). Traubenzucker.

Durch eine Vorprobe, die wir mit einem Theil der vorher zu messenden verfügbaren Flüssigkeit anstellen, ermitteln wir, dass z. B. 16 cbcm Zuckerlösung zur Entfärbung von 50 cbcm Fehling'scher Lösung nöthig sind — eine Traubenzuckerlösung ist aber 1 %ig wenn 23,7 cbcm für 50 cbcm Fehling'scher Lösung verbraucht werden; wir müssen also von der Stammlösung je 16 cbcm auf 23,7 cbcm verdünnen. Die Vorprüfung wird wie die Bestimmung ausgeführt. Vorprobe.

Ausführung. Zu 50 cbcm Fehling'scher Lösung, die in einer intakten Porzellanschale auf dem Drahtnetze kocht, setzt man die nach der Vorprüfung zu erwartende Menge der verdünnten Zuckerlösung z. B. 24 cbcm, kocht 2 Minuten und giesst dann rasch den heissen Schaleninhalt auf ein Faltenfilter. Ist das Filtrat blau oder bläulichgrün, so ist zu wenig Zuckerlösung zugesetzt; ist es gelblich, so kann deswegen doch noch etwas Kupfer in Lösung sein. Um gelöstes Kupfer nachzuweisen, säuert man einen Theil des gelben Filtrates mit Essigsäure an und setzt ein paar Tropfen Ferrocyankaliumlösung zu. Schwache Rothbraunfärbung giebt geringen Gehalt an Kupfer, starke Rothbraunfärbung starken Kupfergehalt, d. h. zu geringen Zusatz der Zuckerlösung zu erkennen. Entsteht mit Ferrocyankalium keine Verfärbung, so kann die richtige Zuckermenge, aber auch zuviel Zucker zugesetzt sein. Es sind immer neue Versuche nöthig, bis der richtige Gehalt getroffen ist; am besten zeigt die Ausführung ein Beispiel. Ausführung.

Beispiel (nach Soxhlet):

23,0 cbcm: Filtrat blaugrün, d. h. viel zu wenig Zucker zugesetzt.
24,0 cbcm: Filtrat grünlich, d. h. etwas zu wenig Zucker zugesetzt.
25,0 cbcm: Filtrat gelb, keine Kupferreaktion, d. h. entweder die richtige Zuckermenge oder zu viel Zucker zugesetzt.

Also liegt der richtige Werth zwischen 24 und 25.

Analysen mit zwischenliegenden Mengen ergaben für:

24,5 cbcm: Filtrat gelb, starke Kupferreaktion.
24,7 cbcm: Filtrat gelb, schwache Kupferreaktion.
24,8 cbcm: Filtrat gelb, keine Kupferreaktion,

also ist 24,75 der richtige Werth; d. h. in 24,75 cbcm sind 0,2375 g Traubenzucker enthalten.

Die Ausrechnung ist höchst einfach. 24,75 cbcm Traubenzuckerlösung enthalten in unserem Beispiel, da sie 50 cbcm Fehling'scher Lösung reduzirten, 0,2375 g Traubenzucker. Betrug die Menge der Zuckerlösung vor dem Verdünnen 200 cbcm, so war sie in unserem Beispiel $\frac{200 \,.\, 23{,}7}{16}$ cbm nach dem Verdünnen; der Traubenzuckergehalt: $\frac{200 \,.\, 23{,}7 \,.\, 0{,}2375}{16 \,.\, 24{,}75}$ g = 2,84 g, resp. 1,42%.

Nur wenn das maassanalytische Verfahren mit der peinlichsten Genauigkeit ausgeführt wird, wie sie nur längere Uebung verleiht, stimmen die Ergebnisse mit den gewichtsanalytischen überein; zudem machen die vielen Probeversuche das Verfahren etwas langwierig, so dass der einzige Vortheil gegenüber der gewichtsanalytischen Methode in der Umgehung der Wage liegt. — Alle anderen bequemeren Zuckertitrirmethoden liefern nur (siehe Wein) Näherungswerthe.

Gewichtsanalytische Traubenzuckerbestimmung.

§ 219. Gewichtsanalytische Bestimmung des Traubenzuckers (nach Allihn). Prinzip siehe Seite 260.

Ausführung. Man verdünnt nach der Seite 261 beschriebenen Methode die Zuckerlösung, so dass sieh öchstens 1%ig ist. — In einer 300 cbcm fassenden Porzellanschale erhitzt man 60 cbcm Fehling'scher Flüssigkeit und 60 cbcm Wasser zum Kochen und giebt 25 cbcm der Zuckerlösung dazu. Jetzt kocht man 5 Minuten und filtrirt heiss durch ein Asbestfilter. — Die Asbestfilterröhren (auch käuflich) sind aus 10 cm langen Stücken Kaliglasrohr (Verbrennungsrohr) herzustellen, die unten auf etwa 1/3 der Stärke ausgezogen werden. Das untere Viertel des weiteren Röhrenabschnittes wird mit langfaserigem, frischausgeglühtem Asbest ziemlich fest gestopft (zu unterst kann man etwas Glaswolle nehmen), nicht zu fest, sonst filtrirt die Flüssigkeit zu langsam, nicht zu locker, sonst geht Kupferoxydul durch. Man setzt oben nach Fig. 88 einen Trichter zum Eingiessen der Kupferlösung auf; das ausgezogene Ende steckt man mittelst eines doppelt durchbohrten Gummipfropfes in einen Kolben aus dem durch eine Wasserluftpumpe (Fig. 37) die Luft ausgesaugt wird. So filtrirt man rasch unter vermindertem Druck. Man giesst dabei zuerst die Kupferlösung möglichst allein auf, wäscht das Oxydul mit kaltem Wasser, giesst dies auch durch's Filter und bringt endlich das Oxydul mit einem Kautschuckwischer auf das Filter. Bis zum Schlusse der Operation (beim Abnehmen des Schlauches der Luftpumpe) soll stets Flüssigkeit über dem Asbestpfropfen stehen; dies schützt vor dem Durchreissen von Kupferoxydul. Ist mit Wasser die letzte Kupfersulfatspur ausgewaschen, so giesst man 2 mal Alkohol und dann etwas Aether auf und trocknet darauf den Filterinhalt im Trockenschranke.

Soxhlet's Filtration.



Fig. 88. Soxhlet's Filterröhrchen [1]).

[1]) Die Strecke C in der Figur ist zu kurz, sie muss im Verhältniss doppelt so gross sein als gezeichnet.

Reduktion.

Nun folgt die Reduktion des Kupferoxyduls zu metallischem Kupfer im Wasserstoffstrom. Man erzeugt, wie bei Arsen (Gebrauchsgegenstände) beschrieben und abgebildet, einen kräftigen Wasserstoffstrom, trocknet ihn, indem man ihn durch konzentrirte Schwefelsäure leitet und lässt ihn durch ein Röhrchen im Gummipfropf das Filterrohr durchströmen, das man in etwas geneigter Stellung die Spitze nach abwärts eingespannt hat. Nach $1/4^h$, wenn alle Luft verdrängt ist, zündet man den Wasserstoff an und erhitzt das Filterröhrchen gelinde auf etwa 140° durch sachtes Bestreichen mit der Gasflamme. Es tritt die Reaktion ein: $Cu_2O + H_2 = Cu_2 + H_2O$; das Wasser scheidet sich in kleinen Tröpfchen am engen Röhrentheile aus und muss durch vorsichtiges Bewegen der Gasflamme allmählich verjagt werden. Ist dies geschehen und alles rothe Cu_2O nebst etwa vorübergehend entstandenem schwarzem CuO in metallisches Kupfer verwandelt (Farbenänderung) — wozu stets 5 Minuten hinreichen — so lässt man im Wasserstoffstrom völlig erkalten (etwa $1/4^h$), leitet kurze Zeit Luft durch und wiegt. Vor dem Versuche hatte man das Röhrchen im Trockenschranke getrocknet und gewogen; die Gewichtszunahme giebt das Kupfer an.

Tabelle von Allihn.

Die Ausrechnung des Zuckers macht man mit Hilfe beistehender Tabelle (Allihn):

mg Kupfer	entsprechen mg Traubenzucker	mg Kupfer	entsprechen mg Traubenzucker	mg Kupfer	entsprechen mg Traubenzucker
10	6,1	160	81,7	310	162,0
20	11,0	170	86,9	320	167,5
30	16,0	180	92,1	330	173,1
40	20,9	190	97,3	340	178,7
50	25,9	200	102,6	350	184,3
60	30,8	210	107,9	360	190,0
70	35,8	220	113,2	370	195,7
80	40,8	230	118,5	380	201,4
90	45,9	240	123,9	390	207,1
100	50,9	250	129,2	400	212,9
110	56,0	260	134,6	410	218,7
120	61,1	270	140,0	420	224,5
130	66,2	280	145,5	430	230,4
140	71,3	290	151,0	440	226,3
150	76,5	300	156,5	450	242,2

Beispiel. Wurden aus 25 cbcm Wein bei der ersten Bestimmung 0,120, bei der zweiten 0,118 g metallisches Kupfer gewogen, so ist das Mittel 0,119 g = 119 mg Cu, entsprechend 60,6 mg Dextrose in 25 cbcm = 0,2424 g Zucker in 100 cbcm Wein.

Auch mit Hilfe des Polarisationsapparats sind sowohl Bestimmungen des Traubenzuckers als der anderen Zuckerarten auszuführen. Das Allgemeine hierüber findet sich Seite 29—31, einige nähere Anweisungen unter Wein.

Lävulose.

§ 220. **Lävulose.** Kommt selten vor ohne die Anwesenheit von Dextrose. Wird mit chemischen Mitteln genau wie Dextrose bestimmt; es wird sogar die Allihn'sche Dextrose-Tabelle bei der Ermittelung, wie viel Zucker dem Kupfer entspricht, benützt, obwohl das Reduktionsverhältniss nicht ganz das Gleiche ist.

Milchzucker.

Milchzucker. Nach Entfernung der Eiweisstoffe aus ca. 25 g Milch nach Ritthausen (vergl. Milch) füllt man auf 500 cbcm auf. Von der entstehenden ca. $1/4$%igen Milchzuckerlösung giebt man 100 cbcm zu 50 cbcm Fehling'scher Lösung in eine 300 cbcm fassende Porzellanschale, deckt eine Glasplatte darüber und kocht 6 Minuten. Das Cu_2O wird wie bei der Dextrose geschildert abfiltrirt, reduzirt und nach folgender Tabelle (Soxhlet) der Zuckergehalt aus dem Kupfer gefunden:

mg Kupfer	entsprechen mg Milchzucker	mg Kupfer	entsprechen mg Milchzucker
392,7	300	237,5	175
363,6	275	204,0	150
333,0	250	171,4	125
300,8	225	138,3	100
269,6	200		

Auch eine Titrirung ist möglich; hierzu soll die Lösung 1%ig sein, so dass ca. 33 cbcm = 50 cbcm Fehling. 6 Minuten kochen. 50 cbcm Fehling'sche Lösung = 0,347 Milchzucker.

Maltose.

Maltose. Zu 50 cbcm unverdünnter Fehling'scher Lösung mischt man in der Kälte 25 cbcm der 0,6 bis 1%igen Maltoselösung, kocht 4 Minuten, filtrirt durch Asbest und reduzirt wie bei Dextrose geschildert.

Soll neben Maltose auch Dextrin bestimmt werden, so verfährt man wie Seite 265 angegeben. Die Berechnung erfolgt nach folgender Tabelle (Wein):

mg Cu	entsprechen mg Maltose	mg Cu	entsprechen mg Maltose
30	25,3	170	149,4
40	33,9	180	158,3
50	42,6	190	167,2
60	51,3	200	176,1
70	60,1	210	185,0
80	68,9	220	193,9
90	77,7	230	202,9
100	86,6	240	211,8
110	95,5	250	220,8
120	104,4	260	229,8
130	113,4	270	238,8
140	122,4	280	247,8
150	131,4	290	256,6
160	140,4	300	265,5

Maltose im Bier.

Zur Maltosebestimmung im Bier ist folgende Näherungsmethode zur raschen Orientirung empfehlenswerth (Reischauer):

10 cbcm Bier werden auf 100 verdünnt und je 5 cbcm davon in 10 Reagenzgläser gefüllt, die durch einen sternförmigen Halter in vertikaler Stellung um einen centralen Träger gruppirt sind. In jedes Gläschen giebt man etwas Fehling'sche Lösung, in's erste 0,6, in jedes folgende 0,1 mehr, in's letzte also 1,5 cbcm. Nun stellt man den ganzen Apparat 10 Minuten in ein lebhaft kochendes Wasserbad. Beim Herausnehmen ist in jedem Röhrchen etwas Kupferoxydul ausgeschieden; wo überschüssige Fehling'sche Lösung zugesetzt war, ist die überstehende Flüssigkeit blau, wo überschüssige Maltose war, ist sie gelb. Man sucht das Röhrchen, dessen Farbe eben keinen grünlichen Strich mehr erkennen lässt (ev. muss man das Mittel des Gehalts von 2 Röhrchen nehmen) und kennt nun den Maltosegehalt durch einfache Rechnung, da 0,1 cbcm Fehling'sche Lösung gerade 0,00075 Maltose reduzirt. In beistehender Tabelle ist die Rechnung schon ausgeführt:

cbcm Fehling'sche Lösung	g Maltose in 100 cbcm	cbcm Fehling'sche Lösung	g Maltose in 100 cbcm	cbcm Fehling'sche Lösung	g Maltose in 100 cbcm
0,6	0,900	0,95	1,425	1,25	1,875
0,65	0,975	1,0	1,500	1,3	1,950
0,7	1,050	1,05	1,575	1,35	2,025
0,75	1,125	1,10	1,650	1,4	2,100
0,8	1,200	1,15	1,725	1,45	2,175
0,85	1,275	1,20	1.800	1,5	2,250.
0,9	1,350				

Rohrzucker.

Beispiel. Ist bei 1,20 cbcm die Farbe grün, bei 1,10 cbcm die Farbe gelblichgrün, bei 1,00 die Farbe deutlich gelb, so ist 1,05 die reduzirte Menge Fehling'scher Lösung, also 1,575 g Maltose in 100 cbcm Bier.

Rohrzucker. Die Inversion (Ueberführung in Invertzucker) nach der Formel

$$\underset{\text{Rohrzucker}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = \underbrace{\underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Lävulose}}{C_6H_{12}O_6}}_{\text{Invertzucker}}$$

geschieht in verschiedener Weise.

Clerget erwärmt 100 cbcm Zuckerlösung mit 10 cbcm konzentrirter reiner Salzsäure 15 Minuten im Wasserbade auf 60—70°. Soxhlet und Meissl erhitzen 9,5 g Rohrzucker mit 700 g Wasser und 100 cbcm 1/5 Normalsalzsäure 30 Minuten im Wasserbade auf 100°, neutralisiren dann mit titrirter Natronlauge und füllen auf 1 l auf. Gabbe empfiehlt Oxalsäure als bestes Inversionsmittel. — Die neutralisirten Lösungen werden genau wie Dextroselösungen bearbeitet; die Umrechnung des gewogenen Kupfers geschieht nach folgender Tabelle (Meissl): Inversion.

mg Cu entsprechen	mg Invertzucker	mg Cu entsprechen	mg Invertzucker
96,0	50	318,9	175
142,9	75	360,3	200
188,9	100	400,1	225
233,2	125	428,1	245
276,8	150		

100 g Invertzucker = 95,55 g Rohrzucker.

Dextrin. Dextrin ist schwieriger zu invertiren; seine Bestimmung kommt fast nur im Bier vor. Man erhitzt 40 g Bier mit 6 cbcm verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) in einem zugeschmolzenen Rohr oder einem Druckfläschchen 6h im Kochsalzbad auf 108—110°. Nachher ist alles Dextrin, aber auch alle Maltose in Traubenzucker verwandelt, und man behandelt nach Neutralisirung mit Soda und Verdünnung auf 100 cbcm das Filtrat genau wie bei Dextrose angegeben. In einer anderen unveränderten Bierprobe bestimmt man die Maltose. Die Ausrechnung zeigt am besten ein Beispiel: 10 g Bier lieferten direkt 0,0751 Cu, d. h. in 100 g 0,66 g Maltose. Von den invertirten 40 g, die auf 100 cbcm verdünnt waren, lieferten 10 cbcm (= 4 g Bier) 0,1728 g Cu, entsprechend 0,0884 Dextrose. Also sind in 100 g invertirten Bieres 2,21 g Dextrose. 9,5 Theile Maltose liefern 10 Theile Dextrose und diese 10 Theile Dextrose entsprechen wieder 9 Theilen Dextrin. Die im Bier direkt bestimmten 0,66 Prozent Maltose sind also bei der Inversion in 0,695 Prozent Dextrose umgewandelt worden. Zieht man diese von dem Gesammttraubenzucker ab, so bleibt 2,21 — 0,695 = 1,515 Prozent Dextrose übrig, welche 1,363 Prozent Dextrin entspricht. Dextrin. Dextrin neben Maltose.

§ 221. **Stärke.** Ist nicht gleichzeitig Cellulose zugegen, so befreit man die Stärke durch Ausziehen mit kaltem Wasser von Zuckerarten und Dextrin und kocht den Rückstand mit reichlicher 10prozentiger Salzsäure (pro 1 g Stärke 100 cbcm) 4 Stunden lang im Wasserbade in einem geräumigen Kolben. Alle Stärke wird in Traubenzucker übergeführt und dieser wie oben bestimmt. 10 Theile gefundene Dextrose entsprechen 9 Theilen Stärke. Stärke.

$$\text{Traubenzucker} = C_6H_{12}O_6;\ \text{Stärke} = C_6H_{10}O_5$$
$$180 \quad : \quad 162 = 10:9$$

Ist Cellulose vorhanden, so erhalten wir nach der beschriebenen Methode etwas zu hohe Zahlen, da auch sie etwas von Salzsäure in Zucker verwandelt wird — doch wird hierauf vielfach bei Analysen keine Rücksicht genommen. Der Fehler lässt sich umgehen, indem man die durch Erwärmen mit Wasser verkleisterte Stärke (etwa 1—2 g.) mit 15 cbcm Malzauszug[1]) eine Stunde auf 40 Stärke neben Cellulose.

[1]) Malzauszug. 25 g frisches Grünmalz, wird zerquetscht mit 250 cbcm Wasser 1—2h bei 30 bis 40° (im Brutschrank) gehalten, der Auszug abfiltrirt. Derselbe enthält etwas Dextrin und Zucker, die in einer Probe nach dem Invertiren besonders zu bestimmen sind.

bis 50° im Wasserbade erwärmt und dann 24^h (am besten im Brutschranke) stehen lässt. Jetzt ist die Stärke in Dextrin und Maltose verwandelt, die sich durch Wasser der Cellulose entziehen lassen, und hierauf durch Kochen mit Säure in Dextrose übergeführt werden. Der in 15 cbcm invertirten Malzauszugs gefundene Zucker wird abgezogen. Durch Verwendung von 0,05—0,1 Diastase (Lintner) statt Malzauszug spart man die Untersuchung des letzteren.

Cellulose. Bestimmung durch Differenz.

Cellulose. Die Cellulose bestimmt man entweder durch Differenz: Man subtrahirt von 1 g die in 1 g enthaltenen Mengen: Wasser, Asche, ev. anorganische Säuren, Fette, Eiweisskörper, Zucker und Stärke. Sehr genau wird dieses Resultat nicht, da sich leicht Fehler summiren. Oder man verfährt (Weender Methode zur Bestimmung der Rohfaser) folgendermassen: 3,5 g Substanz werden zuerst $1/2^h$ mit 200 cbcm $1\frac{1}{4}$%/oiger Schwefelsäure, dann zweimal mit Wasser, hierauf $1/2^h$ mit 200 cbcm $1\frac{1}{4}$%/oiger Natronlauge und wieder zweimal mit Wasser aufgekocht. Vor jedem Flüssigkeitswechsel lässt man absitzen und giesst vorsichtig nur soweit ab, als man klar abgiessen kann. Endlich filtrirt man den Cellulose-rest auf ein gewogenes Filter ab. Nach dem Auswaschen und Trocknen wiegt man wieder und verascht schliesslich. Gewicht des Filters + Cellulose — Filtergewicht — Asche giebt das Gewicht der Cellulose. Dies ist auch nicht sehr genau, weil dabei stets etwas Cellulose in Lösung geht. — Endlich kann man durch sehr langes Kochen mit Schwefelsäure in Druckflaschen auch die Cellulose in Traubenzucker verwandeln — wie diesen bestimmen und wie Stärke berechnen.

Weender Methode.

Verwandlung in Zucker.

Mehrere Kohlehydrate neben einander.

Einige ergänzende Bemerkungen über den Nachweis mehrerer Kohlehydrate neben einander.

Cellulose, Stärke und Dextrin sind nach dem Gesagten (Seite 258 und 259) leicht von den anderen Kohlehydraten zu trennen resp. neben einer direkt reduzirenden Zuckerart zu bestimmen. Rohrzucker beeinflusst die Bestimmung der direkt reduzirenden Zuckerarten nicht; hat man Rohrzucker neben Dextrose oder Lävulose (in Früchten, in mit Rohrzucker versetztem Wein oder Honig), so bestimmt man erst in einer Portion die Dextrose resp. Lävulose, invertirt dann eine zweite Portion und kocht sie mit Fehling'scher Lösung; der Kupferzuwachs ist auf Invertzucker zu beziehen und als Rohrzucker zu berechnen. — Ebenso ist Milchzucker neben Rohrzucker (kondensirte Milch) leicht zu bestimmen; beim Invertiren des Rohrzuckers wird aber auch der Milchzucker (Lactose) in Galactose und Dextrose zerlegt, welche Mischung wie Invertzucker reduzirt. Wir berechnen, wie viel Invertzucker der Milchzucker zu liefern im Stande ist (95,55 g Milchzucker = 100 g Invertzucker) und ziehen diese Menge von der gefundenen Gesammtmenge Invertzucker ab. Den Invertzuckerrest berechnen wir auf Rohrzucker. Sind dagegen mehrere direkt reduzirende Zucker gleichzeitig vorhanden z. B. Lävulose oder Lactose neben Dextrose (Früchte, Gebäck), so begnügt man sich in der Praxis meist damit, den ganzen Zuckergehalt auf die vermuthlich am reichlichsten vorhandene Art zu beziehen.

B. Untersuchung der Ausnützbarkeit der Nahrungsmittel.

Ausnützbarkeit.

§ 222. Bekanntlich kommt es nicht bloss darauf an, welche Nahrungsstoffe in einem Nahrungsmittel vorhanden sind, sondern auch darauf, einen wie grossen Theil derselben unser Verdauungskanal davon resorbiren kann. Zur Prüfung der Ausnützbarkeit z. B. des Fleisches[1]) verfährt man so:

[1]) Handelt es sich um die Ausnützung von vegetabilischer Nahrung, so dient meist zur Abgrenzung des Versuchskothes Fleisch; zweckmässig lässt man zum Fleisch noch

Man lässt eine gesunde Versuchsperson geniessen (Voit und Rubner): Versuchsanordnung.

Am 1. Tage noch gemischte Nahrung.

„ 2. Tage nur 2 Liter Milch in 3 Portionen, davon die letzte Portion spätestens Abends 4 Uhr.

„ 3. Tage beginnt man Morgens 8 oder 10 Uhr mit Fleischgenuss. Es werden vielleicht 2—3 Pfd. Fleisch, im Laufe des Tages in der zu untersuchenden Zubereitungsform genossen.

„ 4. Tage wie am 3.

„ 5. Tage wird nichts genossen bis Mittag, dann $^1/_2$—1 Liter Milch. Abends nochmals c. 1 Liter Milch.

„ 6. Tage wieder gemischte Kost.

Während der Milch- und Fleischtage darf keine sonstige feste Kost, höchstens an den Milchtagen etwas fein gekauter Käse gegessen werden; an den Fleischtagen ist 1 Flasche Weisswein, etwas Selterswasser oder 1—1$^1/_2$ Liter Bier für den daran Gewöhnten zu gestatten. Von Gewürzen ist Salz und Pfeffer nach Geschmack gestattet, eventuell auch geringe Mengen anderer Gewürze.

Vom ersten Milchtage an ist der Koth sorgfältig auf untergehaltene Porzellanplatten zu entleeren. Der gelbweisse sehr charakteristische Milchkoth setzt sich scharf von dem dunkelbraunen Fleischkoth ab, etwaige kleine Ineinanderschiebungen der zusammenstossenden Enden lassen sich durch sorgfältiges Präpariren mit einem Hornspatel meist sehr leicht mit hinreichender Genauigkeit trennen. Die einzelnen Portionen des Kothes, der der Fleischperiode entspricht, wiegt man jedesmal frisch, breitet dann dieselben vereinigt in dünner Schicht auf einer Porzellanplatte aus und macht bei gelinder Temperatur lufttrocken[1]), kratzt ihn nun leicht von der Porzellanplatte ab und wiegt wieder. Nun pulverisirt man ihn möglichst fein und bestimmt in Proben (Untersuchg. der Fäkalien.)

von 2—3 g den Wassergehalt und die Asche,
6—8 g den Aetherextrakt (meist als Fett gerechnet),
$^1/_2$—1 g den Stickstoff nach Kjeldahl

und rechnet nach den erhaltenen Zahlen, wie viel Trockensubstanz, wie viel Asche, wie viel Fett und N im Kothe verloren gehen resp. wie viel $^0/_0$ der eingeführten Nahrungsbestandtheile unausgenützt im Kothe wieder erscheinen. Interessirt auch die Cellulose, so ist nach Seite 266 zu untersuchen (vergl. auch Rubner, Zeitsch. f. Biol. 1883).

Blutwurst geniessen, um einen recht dunklen Koth zu erhalten. Auch Kohlepulver und Heidelbeeren sind schon zur Färbung des abgrenzenden Kothes an den Tagen vor und nach den Versuchstagen mitgenossen worden. Persönlich habe ich nicht viel schönes davon gesehen. Von anderen wird dies Verfahren sehr gerühmt.

[1]) Sollte der Koth stark alkalisch sein, so kann man 1 g Weinsäure in wenig Wasser gelöst darunter rühren, um Ammoniakverlust beim Trocknen zu vermeiden; die Weinsäure ist natürlich bei der Berechnung in Anschlag zu bringen.

Untersuchg. der Nahrung in solchen Versuchen.

Zu dieser Rechnung ist natürlich eine analoge Untersuchung der eingeführten Nahrung und zwar von sorgfältig entnommenen Durchschnittsproben nöthig. Bei Fleisch wird man gerne den ganzen Vorrath für die 2 Tage hacken lassen und nach guter Mischung Proben zur Analyse wegnehmen; ebenso sind Brot, Leguminosen etc. gleich von vorne herein in grossem Vorrath bereit zu stellen.

Nebenpunkte.

§ 223. In dem Gesagten sind nur die Grundzüge der Versuchsanordnung enthalten. Für die Anstellung solcher Versuche im hygienischen Interesse und eine richtige Beurtheilung ihrer Resultate sind namentlich noch folgende Punkte zu berücksichtigen:

Hungerkoth.

1. Der Mensch scheidet auch bei Hunger, resp. stickstoff-freier, vollkommen resorbirbarer Nahrung eine Menge von etwa 13,4 g trockenem Koth mit 0,73 g Stickstoff täglich aus, der also von der gefundenen Trockensubstanz, resp. dem gefundenen Stickstoff abzuziehen ist, vergl. Rieder (Zeit. f. Biol., 1884). Dies geschieht in den gewöhnlichen Angaben nicht, so z. B. in beistehender Tabelle von Prausnitz (Resultate meist von Rubner, einige von Prausnitz und anderen).

Beim Genusse von	Es gehen zu Verlust: Prozente der aufgenommenen		
	Trockensubstanz	des Stickstoffs	der Asche
Reis	4,1	20,4	15,0
Weissbrot	4,4	22,2	21,3
Spätzel	4,9	20,5	20,9
Maccaroni	5,0	14,1	23,1
Fleisch	5,1	2,6	18,1
Eier	5,2	2,6	18,1
Mais	6,7	15,5	30,0
Milch (Kinder)	5,7—6,7	4,4	42,8
Milch (Erwachsene)	8,5—9,0	8,3—11,2	37,1—47,1
Kartoffeln	9,4	32,2	15,8
Schwarzbrot	15,0	32,0	36,0
Wirsing	14,9	18,5	19,3
Gelbe Rüben	20.7	39,0	33,8
Erbsen (Brei)	9,1	17,5	32,5
Bohnen (weich gekocht, unzerquetscht)	18,3	30,2	28,3
Gemischte Nahrung	8—12		

Unter Berücksichtigung der Rieder'schen Zahlen ergiebt sich z. B. von Fleisch eine so gut wie vollständige Ausnützung.

Wirkung der Zubereitung auf die Ausnützung.

2. Es darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Ausnützung der Nahrungsmittel sich anders gestaltet, je nach der Zubereitung, der Art des Kauens u. s. f. Namentlich wird pflanzliches Eiweiss nur aus fein zerkleinerten weich gekochten Samen gut aufgenommen; als Beispiel dafür kann in obiger kleiner Tabelle die ganz verschiedene Ausnützung des Erbsenpurees und der weichgekochten nicht zerquetschten Bohnen dienen. Feines Bohnenpuree wird ganz sicher wie Erbsenpuree ausgenützt.

3. Endlich scheinen Nahrungsgemische anders und zwar meist etwas besser als einzelne ungemischte Nahrungsmittel ausgenützt zu werden. So fand Rubner, dass Milch bei Zugabe von Käse (Z. f. Biolog., Bd. 15, S. 139), Malfatti, dass Maismehl mit Käse viel besser ausgenützt werde als Maismehl allein. (Sitzungsberichte der Wiener Akad. 1884, Bd. 110, III. Abtheilung, Dezemberheft.) Nahrungsgemische.

Das Wort leichtverdaulich wird in der Sprache des Laien in so verschiedener und schlecht definirter Bedeutung gebraucht (z. Th. als vollständig-, z. Th. als rasch- und z. Th. als schmerzlos-verdaulich), dass es die Wissenschaft am besten verlässt und statt dessen sagt: Was ist „Leichtverdaulich".

1. Eine Speise ist gut oder schlecht ausnützbar.
2. Eine Speise verweilt kurz oder lange im Magen.
3. Eine Speise wird rasch oder langsam resorbirt.
4. Eine Speise erregt während ihrer Verdauung unangenehme Empfindungen oder nicht. In diesem Sinne wird der Begriff „leicht und schwer verdaulich" vom Volke meist gebraucht, Voit schlägt dafür „leicht zu ertragen, erträglich" vor.

C. Beurtheilung des Nährwerthes und Nährgeldwerthes der Nahrungsmittel.

§ 224. Bei der Betrachtung des Nährwerthes einer Nahrung fragen wir darnach: Wie viel Eiweiss, Fett und assimilirbare Kohlehydrate enthält sie? Wasser, die nur zum kleinen Theile ausnützbare Cellulose und Salze werden dabei nicht berücksichtigt. Nährwerth.

Da 100 g Fett bei der Verbrennung in- und ausserhalb des Körpers so viel Wärme liefern wie 213 g Eiweiss oder 240 g Kohlehydrate (Rubner), also isodynam sind, so könnte man den relativen Nährwerth jeder Substanz folgendermassen ausdrücken. Sind in 100 g Substanz a g Eiweiss, b g Fett und c g Kohlehydrate, so beträgt der relative Nährwerth: $a \cdot \frac{100}{213} + b + c \cdot \frac{100}{240}$. Die so erhaltenen Zahlen geben aber kaum praktisch brauchbare Werthe, weil für den Körper ein vollkommener Ersatz der einzelnen Nahrungsstoffe durch einander nicht angeht, da z. B. Fette und Kohlehydrate die Stickstoffabgabe vom Körper nicht zu decken vermögen. Theoretisch-kalorische Definition.

Unsere Nahrungsmittel werden in der That durchaus nicht nach ihrem eben berechneten kalorischen Nährwerth geschätzt. Die relativ schwer zu erhaltenden und dennoch unentbehrlichen Eiweisskörper werden höher geschätzt als die isodyname Kohlehydratmenge; namentlich spielt aber der Wohlgeschmack, die Schwierigkeit der Beschaffung u. a. m. eine massgebende Rolle für unsere Werthschätzung der Nahrungsmittel. Man hat auf die verschiedensten Weisen einen Einblick zu erhalten gesucht, in welchem Verhältnisse die Marktpreise zu dem wirklichen Nährwerthe stehen. Es kann nach dem Gesagten nicht verwundern, dass alle diese Betrachtungen verschiedene Einwände zulassen; leidlich gut scheint mir der von Emmerling angegebene, jetzt auch von König adoptirte einfache Weg den thatsächlichen Verhältnissen zu entsprechen. Wir nehmen an: Praktische Beurtheilng.

1 g Kohlehydrate	hat den	Werth von	1	Nährwertheinheit.
1 g Fett	„	„	3	Nährwertheinheiten.
1 g Eiweiss	„	„	5	Nährwertheinheiten.

Wir ermitteln, wie viel Nährwertheinheiten enthalten 100 g einer Substanz? je mehr sie enthält, um so preiswürdiger ist sie. Ferner können wir direkt berechnen, wie viel Nährwertheinheiten erhalten wir in jedem Falle für eine Mark?

Auf die verschiedene Ausnützbarkeit der einzelnen Nahrungsmittel wird hierbei keine Rücksicht genommen, die Methode kann an sich keine genauen Werthe liefern, die Berücksichtigung der Ausnützbarkeit würde dieselbe sehr kompliziren, ohne sie wesentlich zu verbessern.

Beispiel.

Beispiel (nach König).

	Wasser %	Eiweiss %	Fett %	N freie Extraktstoffe %	Asche	Summe der Nährwertheinheiten in 1 Kilo[1])	Marktpreis pro 1 Kilo	1000 Nährwertheinheiten kosten	Für 1 Mark erhält man
1. Hammelfleisch, sehr fett	47,91	14,80	36,39	0,05	0,85	1832,2	148	80,8	1238
2. Hammelzunge	67,44	14,29	17,81	0,09	1,00	1230,8	183	148,6	672
3. Hammelleber	69,30	21,64	4,98	2,73	1,35	1258,7	85	67,5	1481

Da die Ausnützung von Fleisch und Zunge nicht verschieden sein dürfte, auch die Leber (vom Hunde wenigstens) nur wenig schlechter wie Fleisch ausgenützt wird (Bergeat), so empfiehlt es sich sehr, keinenfalls Zunge, sondern am praktischsten Leber einzukaufen, wenn man sich mit einer der 3 genannten Substanzen ernähren und nur die Physiologie und den Marktpreis zu Rathe ziehen will.

Nährgeldwerthtabelle

Einige weitere Werthe nach dieser Methode berechnet, giebt folgende Tabelle (nach König).

	Nährwerth-E. in 1 Kilo	Marktpreis pro 1 Kilo (1878—80)	1000 Nährwerth-Einh. kosten	Für 1 Mark erhält man Nährwerth-Einh.
Magermilch	216	9,0	41,7	2400
Magerkäse	1914	82,7	43,2	2314
Milch	320	15,0	46,8	2133
Speck	2767	172,0	62,1	1608
Schweinefleisch	1836	131,0	71,4	1401
Halbfetter Käse	1970	141,7	71,9	1319
Butter	2610	213,3	81,7	1223
Kalbfleisch	1157	112,0	96,8	1033
Rindfleisch	1168	128,3	109,8	911
Bohnen	1755	22,5	12,8	7800
Erbsen	1713	28,9	16,8	5927
Linsen	1842	37,0	20,1	4979
Kartoffel	304	6,1	20,1	4982
Roggenmehl	1328	31,3	23,5	4243
Weizenmehl	1328	38,7	29,1	3431
Reis	1177	58,0	49,3	2029

[1]) 1832,2 ist gefunden: (14,80 . 5 + 36,39 . 3 + 0,05) . 10.

D. Einige Winke für die Untersuchung und Begutachtung von Kostsätzen.

§ 225. Handelt es sich darum, die Beköstigung eines Menschen vom Standpunkte der Hygiene zu untersuchen, so ist zu bestimmen: Untersuchg. von Kostsätzen.

1. Wenigstens an 3 aufeinanderfolgenden Tagen die Mengen, die er von jeder einzelnen Speise verzehrt. Man wiegt dazu meist jede Speise vor der Mahlzeit und ebenso den in der Schüssel gebliebenen Rest. Kost eines Einzelnen.

2. Für praktisch hygienische Studien ist meist eine Analyse der Speisen unnöthig — wenn es sich nicht um ganz besonders gelagerte Verhältnisse (eigenthümliche Nationalgerichte u. dergl.) handelt. Unsere einfachen einheimischen Gerichte, sind schon so oft analysirt, dass es meist genügt, die bei König angegebenen Mittelwerthe zu benützen. — Will man selbst analysiren, so ist die äusserste Sorgfalt auf die Entnahmen bestgemischter grösserer Durchschnittsproben zu verwenden, die, nachdem sie zur Wasserbestimmung gedient, möglichst fein pulverisirt werden müssen.

Soll die Beköstigung zahlreicher Personen also z. B. eines Gefängnisses, einer Kaserne untersucht werden, so kann man auf 2 Arten verfahren: Untersuchg. der Kost in öffentl. Anstalten.

1. Man begnügt sich damit zusammenzustellen, wie viel Gramm Eiweiss, Fett und Kohlehydrate in den laut Speisebuch gelieferten Nahrungsstoffen während eines grösseren Zeitraumes vorhanden waren und dividirt diese Menge durch die mit der Zahl der Tage multiplizirte Zahl der Esser. So bekommt man aber kaum eine richtige Orientirung, geschweige genaue Zahlen.

2. Man schlägt den umständlicheren Gang ein, täglich selbst zu wiegen, wie viel von jeder Speise aus der Küche abgegeben wird und wie viel unverzehrt zurückkommt; die Differenz wird wieder durch die Zahl der täglich sorgfältig ermittelten Verköstigten dividirt. Man vermeidet auf diese Weise die Mitverrechnung der Abfälle (Knochen, Schalen etc.) als Nahrungsstoffe und erhält überhaupt einen ganz anderen Einblick in die thatsächlichen nach 1. oft viel zu günstig erscheinenden Verhältnisse. Auch hier sind nur ausnahmsweise Analysen anzustellen, etwa von Brot, Brei, Muss und andern wasserreichen in verschiedenen Gegenden etwas verschieden zubereiteten Nahrungsmitteln.

Bei der Beurtheilung einer Kost haben wir folgende Punkte zu unterscheiden: Beurtheilng. der Kost in öff. Anstalten

1. Ist die Kost genügend? Voit verlangt für den Erwachsenen als Normalkost 118 g Eiweiss, 56 g Fett, 500 g Kohlehydrate, unter der Voraussetzung, dass keine zu starke Arbeit gefordert wird. Von diesem Eiweiss soll womöglich $^1/_3$ d. h. 38 g entsprechend 190 g reinem Fleich oder 1 Liter Milch oder 125 g Käse oder 5 Eiern als animalisches Eiweiss aufgenommen werden, die übrigen $^2/_3$ durch vegetabilisches. Es hat diese Vorschrift nicht darin ihren Grund, dass thierisches Eiweiss an sich vom Körper anders verwerthet wird

Eiweiss. als pflanzliches, sondern es wird besser ausgenützt, macht die Nahrung wenig voluminös und ist meist mit Genussmitteln zusammen vorhanden. Vorübergehend lässt sich der Eiweissgehalt der Nahrung ohne Schaden noch weiter herabsetzen (auf 70—40 g Eiweiss), aber die Behauptung, dass auf die Dauer etwa 70 g Eiweiss genüge, ist kaum schon genügend bewiesen. Hierbei ist im weiteren niemals zu vergessen, dass Anstaltsbewohner (Gefangene etc.) vielfach durch den Mangel an Bewegung in frischer Luft, an selbstgewählten Genussmitteln etc. schwieriger auf einem genügenden Kräftezustande zu erhalten sind, als freilebende Menschen, also auch nicht ohne weiteres mit den kleinsten für letztere ausreichenden Werthen befriedigend ernährt werden können.

Fett. Kohlehydrate. Vortheilhaft ist es, das Fett auf Kosten der Kohlehydrate zu vermehren z. B. 90 g Fett und 410 g Kohlehydrate zu geben. Da die üblichen Vegetabilien nur ca. 25 g Fett zuführen, so ist im Minimum etwa das Fett aus 1 Liter Milch oder 125 g fettem Käse (je ca. 30—35 g) hinzuzufügen, besser, wie gesagt, ausserdem noch etwa 30—40 g Fett als Butter, Speck oder dergl.

Zubereitung. 2. Sind die Nahrungsmittel richtig zubereitet, vor allem das Fleisch genügend gekocht oder gebraten (etwaige Parasiten getödtet), die Vegetabilien, besonders Kartoffeln und Hülsenfrüchte weich gekocht? Durch das Kochen werden bekanntlich Stärkekörner in gequollene Stärke, leimgebendes Gewebe in Leim verwandelt, Zellmembranen gesprengt, Zellverbindungen gelockert, aber auch Pilze getödtet.

Gewürze. 3. Ist durch zweckmässige Anwendung von Gewürzen Abwechselung in die Nahrung gebracht? Namentlich Sauerkraut, Gurken, saure Milch, Häringe, Käse, geräuchertes und gesalzenes Fleisch sind Nahrungsmittel, welche gleichzeitig durch ihren Gehalt an Stoffen, die als Genussmittel dienen, auf das günstigste die Kost beeinflussen.

Konsistenz. 4. Beschränkt sich die Nahrung nicht zu sehr vorwiegend auf die Breiform, bringt sie auch in der Konsistenz Abwechselung? Ewiger Genuss breiiger Speisen macht Ekel.

Volum. 5. Bietet sie kein zu grosses Volum, aber auch kein zu kleines? Ein Erwachsener braucht ohne die eigentlichen Getränke c. 1600—1850 g Speisen täglich zum Gefühl der Sättigung; in Gefängnissen erhalten sie meist 3100—3900, wegen der zu wässerigen Nahrung und der zu reichlichen Kohlehydrate.

Appetitlichkeit u. Unschädlichkeit. 6. Ist die Nahrung aus appetitlichen, bekömmlichen, unverdorbenen Bestandtheilen zusammengesetzt? Hierüber vergl. die einzelnen spez. Abschnitte über Nahrungsmittel.

Litteratur.

Litteratur. 1. Chemische Untersuchungsmethoden und Untersuchungsresultate:

König, J. Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. 3. Auflage. Berlin 1889. 2 dicke Bände. Methoden, Kritik derselben und vollständigste Tabellen über die bisherigen Analysenresultate. Allgemein benutztes Quellenwerk ersten Ranges, zu Forschungen unentbehrlich.

Jürgensen, Chr. Die procentische chemische Zusammensetzung der Nahrungsmittel des Menschen. Instruktive Farbentafel mit ganz kurzem Text. Berlin 1888.

Berichte über die Versammlungen der freien Vereinigung bayrischer Chemiker. Berlin. Herausgegeben von Hilger, Kayser und List und daran anschliessend:

Vereinbarungen betreffs der Untersuchung und Beurtheilung von Nahrungs- und Genussmitteln, sowie Gebrauchsgegenständen. Herausgegeben im Auftrage der freien Vereinigung bayrischer Vertreter der angewandten Chemie, herausgegeben von A. Hilger. Berlin 1885. Die beiden letzten Werke sind in meiner Arbeit vorwiegend zu Grunde gelegt.

Medicus, L. Gerichtlich-chemische Prüfung von Nahrungs- und Genussmitteln. Würzburg 1881.

Hilger. Verfälschung der Nahrungs- und Genussmittel. Bd. I. 2. von v. Pettenkofer und v. Ziemssen's Handbuch der Hygiene. Leipzig 1882.

Hanausek. Die Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreiche. Mit 100 Holzschnitten. Kassel 1884.

Dietzsch, O. Die wichtigsten Nahrungsmittel und Getränke, deren Verunreinigung und Verfälschung. Nebst einem Anhang: Untersuchung hausräthlicher Stoffe etc. 4. Aufl. Zürich 1884.

Elsner, F. Die Praxis des Chemikers bei der Untersuchung von Nahrungsmitteln und Gebrauchsgegenständen, Handelsprodukten, Luft, Boden, Wasser u. s. f. 4. Aufl. Hamburg und Leipzig 1889.

Wein, E. Agrikulturchemische Analyse. Stuttgart 1889.

Vierteljahrschrift über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie, der Nahrungs- und Genussmittel. Herausgegeben von Hilger, Kayser, König, Sell seit 1884. Kritische und prompte Referate.

Revue internationale des falsifications des denrées alimentaires. Herausgegeben von van Hamel-Roos. Amsterdam. Seit 1886.

Zeitschrift für Nahrungsmitteluntersuchung und Hygiene. Herausgegeben von Heger, Kremel und Nevinny. Wien. Seit 1887.

Ausserdem die Seite 361 citirten analytisch-chemischen Zeitschriften und die Seite 105 erwähnten hygienischen.

2. Mikroskopische Untersuchung:

Möller, J. Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreich. 308 Originalholzschnitte. Berlin 1886. Vorzügliches, durchaus auf eigener Anschauung beruhendes Werk.

Zahlreiche, reich illustrirte Artikel in Dammer's Lexikon der Verfälschungen von Hanausek, Möller, Wittmak u. a.

3. Physiologisch-hygienische Beurtheilung:

v. Voit, C. Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung. Bd. VI. von Hermann's Handbuch der Physiologie, Leipzig 1881, Grundlegend.

Munk u. Uffelmann. Die Ernährung des gesunden und kranken Menschen. Handbuch der Diätetik. Wien und Leipzig 1887. Inhaltsreich, sehr viele Citate.

Forster, J. Ernährung und Nahrungsmittel. Bd. I. 1. des Handbuches der Hygiene von v. Pettenkofer und v. Ziemssen. Leipzig 1882.

Zeitschrift für Biologie. Herausgegeben von Kühne und C. v. Voit. München. Seit 1865. Enthält die grundlegenden Originalarbeiten des Gebiets.

Neben den zahlreichen wichtigen Arbeiten v. Pettenkofer's und v. Voits seien als Beispiele hygienischer Untersuchung genannt:

v. Voit, C. Ueber die Kost eines Vegetariers. Z. f. Biol. 1888. Enthält die Darlegungen Voits über seine Stellung zu den neueren Nachweisen eines geringeren Eiweissbedürfnisses.

Rubner. Ueber die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanal des Menschen. Z. f. Biol. 1879.

Constantinidi. Ueber die Ausnützung des Weizenklebers im Darmkanal und über seine Verwendung zur Ernährung des Menschen. Z. f. Biol. 1887.
Jürgensen. Zur Frage der Grösse der Nahrungszufuhr erwachsener Menschen und die Vertheilung derselben auf die Mahlzeiten. Z. f. Biol. 1886.
Camerer, W. Der Stoffwechsel von Kindern. Jahrelang fortgesetzte Untersuchungen. 1878, 1880, 1882, 1884 u. s. f.

Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie. Herausgegeben von Maly. Wiesbaden. Seit 1870.

4. Beurtheilung der Gesundheitsschädlichkeit:

Pappenheim. Handbuch der Sanitäts-Polizei. II. Auflage. Berlin 1868. Inhaltsreich, aber veraltet.
Annales d'hygiène publique et de médecine légale. Paris. Seit 1829.
Journal de Pharmacie et de Chimie. Paris. Herausgegeben von Riche.
Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und öffentl. Sanitätswesen Herausgegeben von Eulenburg seit 1864.
Jahresbericht über die Fortschritte der Pharmakognosie, Pharmazie und Toxikologie. Herausgegeben früher von Wiggers und Husemann, später Dragendorff, jetzt Beckurts. Göttingen. Seit 1865.
Husemann-Hilger. Die Pflanzenstoffe in chemischer, physiologischer, pharmakologischer und toxikologischer Hinsicht. Berlin 1882-84. 2 Bde. Reichhaltiges Nachschlagewerk.

5. Für die Ernährung in öffentlichen Anstalten:

v. Voit, C., in Verbindung mit Forster, Renk, Schuster. Untersuchung der Kost in einigen öffentlichen Anstalten. München 1877. Im Auszug auch: Zeitschrift f. Biol. 1876.
Bär, A. Nach welchen Grundsätzen ist die Beköstigung von Gefangenen vom gesundheitlichen und strafrechtlichen Gesichtspunkte aus einzurichten? Vierteljahr. f. ger. Med. 1884.
v. Voit, C. Die Verköstigung der Gefangenen in dem Arbeitshause Rebdorf. Münch. med. Wochenschrift. 1886. Nr. 1-4.
Schröder, W. Ueber die Ernährung 8-15jähriger Kinder. Arch. f. Hyg. IV.
Munk u. Uffelmann. Siehe Seite 273.

V. Abschnitt.

Die chemischen Konservirungsmittel der Nahrungsmittel.

A. Untersuchung auf chemische Konservirungsmittel.

§ 226. Es scheint zweckmässig, gleich hier ganz allgemein die Untersuchung auf chemische Konservirungsmittel anzureihen und später bei den einzelnen Nahrungsmitteln stets darauf zu verweisen. Zu berücksichtigen sind: Uebersicht.

Borsäure und Borpräparate,

Schweflige Säure und ihre Salze,

Benzoësäure, Salicylsäure.

Daneben kommen als „Konservesalze“ die verschiedensten Kombinationen dieser Mittel mit Kochsalz, Soda, Salpeter etc. vor.

Kochsalz, Kohlensäure, Essig sind in diesem Zusammenhange nicht speziell zu besprechen, obwohl sie konservirend wirken; ihre Anwesenheit verräth sich meist ohne weiteres den Sinnen und toxikologisch sind sie nur insofern von Bedeutung, als durch sie Metalle aus den Aufbewahrungsgefässen gelöst werden.

1. Borsäure und Borpräparate.

§ 227. Früher wurde namentlich Borsäure (BO_3H_3) und Borax ($Na_2B_4O_7 + 10H_2O$) angewendet, in neuerer Zeit finden noch andere wenig genau bekannte Borpräparate Verwendung. Alle Borpräparate haben sehr geringen Geschmack und lösen sich leicht in Wasser. Borsäure u. Borax.

Natrium chloro-borosum soll mit Chlor substituirtes borsaures Natron sein, angeblich aus Borsäure, borsaurem Natron und Kochsalz hergestellt. Das Präparat giebt stets etwas freies Chlor ab. Natrium chloro-borosum.

Barmenit ist ein als Fleischkonservirungsmittel empfohlenes Präparat, das „einen gewissen Prozentsatz Natrium chloro-borosum“ enthält. Nach C. Schwarz: 80 Borax, 15 Borsäure, 3 NaCl, 1 chlorsaures Natron und Spuren Thonerde. — Boroglycerid ist eine geruch- und geschmacklose, glasige Masse, die durch Zusammenschmelzen von 62 Th. Borsäure mit 92 Th. Glycerin erhalten wird. Barmenit. Boroglycerid.

Qualitativer Nachweis.

Qualitativer Nachweis (Meissl). Die Substanz wird mit Kalkmilch alkalisch gemacht, eingedampft und verascht. Die Asche löst man in einer möglichst geringen Menge konzentrirter Salzsäure, filtrirt von der Kohle ab und dampft das Filtrat auf dem Wasserbad zur Trockne ein. Ein erheblicher Borsäureverlust ist hierbei nicht zu befürchten. Hierauf befeuchtet man mit wenig stark verdünnter Salzsäure, durchtränkt den Krystallbrei mit Kurkumatinktur und trocknet auf dem Wasserbade ein.

Bei Gegenwart der geringsten Spur Borsäure erscheint der trockene Rückstand deutlich zinnober- bis kirschroth. Diese Reaktion ist ausserordentlich empfindlich, 1 mg bis 0,5 mg Borsäure in der Asche oder z. B. 0,001 bis 0,002 % in Milch lassen sich auf solche Weise mit grösster Sicherheit nachweisen. Täuschungen sind hierbei nicht leicht möglich.

Konzentrirte Salzsäure giebt mit Kurkumatinktur zwar auch eine kirschrothe Färbung, die aber einerseits auf Wasserzusatz sofort verschwindet, andererseits beim Eintrocknen in braun übergeht, während die Borsäurefärbung erst beim Trocknen hervortritt und nachher nur durch viel oder kochendes Wasser aufgehoben wird. Die rothe Färbung haftet sehr hartnäckig an den Gefässen, ist aber durch Alkohol leicht zu entfernen. Selbstverständlich kann die mit Kurkuma geprüfte Asche noch zur Flammenreaktion benützt werden, indem man etwas davon mit Salzsäure befeuchtet am Platindraht in eine Spiritusflamme bringt. Die Flamme erhält einen grünen Saum.

Quantitative Bestimmung

Die quantitative Bestimmung macht sehr grosse Schwierigkeiten und kann namentlich bei Anwesenheit von Natronsalzen nur von geübten Chemikern ausgeführt werden. Spuren von Borsäure sind in der Natur verbreitet (Rüben, Rübenzucker, kalifornische Weine etc.), aber auch in vielen Glasuren von Gefässen enthalten (Kayser), also Vorsicht!

Fehlerquelle

2. Schweflige Säure (Sulfite).

Verwendungsform d. schwefligen Säure.

§ 228. Am meisten wird verwendet: 1. Gasförmige schweflige Säure (SO_2). 2. Saures oder primäres Calciumsulfit (saurer schwefligsaurer Kalk) $(SO_3H)_2Ca$, das nur in wässeriger Lösung besteht, während neutrales oder sekundäres Calciumsulfit SO_3Ca in Wasser schwer löslich ist. 3. Saures Kalium- und Natriumsulfit SO_3HK, krystallinische in Wasser leicht lösliche Körper von saurem Geschmacke.

Qualit. Nachweis.

Qualitativer Nachweis. Der intensive und charakteristische Geruch der schwefligen Säure (SO_2) wird nur bei sehr dreister Verwendung derselben zu Zwecken der Nahrungsmittelkonservirung merklich sein. — Sind nur geringe Mengen vorhanden, so macht man folgende Vorprüfung: das zu prüfende Bier (Wein) versetzt man mit Salzsäure und Zink und legt auf den Reagircylinder einen mit Bleiessig befeuchteten Streifen Filtrirpapier; tritt rasch Braun- oder Schwarzfärbung ein ($SO_2 + 3H_2 = SH_2 + 2H_2O$), so muss man sich überzeugen, ob wirklich SO_2 vorlag; färbt sich der Streifen nicht, so war sicher

keine schweflige Säure vorhanden. Nach neueren Beobachtungen tritt jedoch schweflige Säure auch bei manchen Gährungen auf: sei es durch Reduktion von Sulfaten oder aus Eiweissstoffen, und der bloss qualitative Nachweis von schwefliger Säure oder ihren Salzen beweist deshalb noch nicht, dass dieselben als Konservirungsmittel absichtlich zugesetzt worden sind. Dazu kommt noch, dass geschwefelter Hopfen, gegen dessen Verwendung weder hygienisch noch gesetzlich etwas einzuwenden ist, geringe Mengen schweflige Säure an die Bierwürze abzugeben scheint.

Quantit. Bestimmung.

Zur quantitativen Bestimmung versetzt man 200 cbcm Bier oder Wein mit 5 cbcm Phosphorsäure und destillirt davon 100 cbcm mit einem Liebig'schen Kühler, dessen ausgezogenes Kondensationsrohr in 20 cbcm $^1/_{10}$ Normaljodlösung (Seite 154) hineinragt, ab. Es wird empfohlen die Prozedur vorzunehmen, indem man anhaltend einen Strom mit Wasser gewaschener Kohlensäure in den Destillationskolben einleitet; man vermeidet so auch das Zurücksaugen des Destillates bei Abkühlung des Destillirkolbens. Die Jodlösung darf nicht vollkommen entfärbt werden, widrigenfalls müsste in einem neuen Versuche mehr Jod vorgelegt werden. Letzteres führt die durch die Phosphorsäure ausgetriebene schweflige Säure in Schwefelsäure über ($SO_2 + 2H_2O + J_2 = H_2SO_4 + 2HJ$), welche im Destillat nach dem Ansäuren mit HCl durch Chlorbaryum gefällt und als Baryumsulfat gewogen wird (nach Seite 202). Das Filter färbt sich beim Abfiltriren anfangs meist blau durch das freie Jod, doch schadet dies nichts. 1 mg $BaSO_4$ entspricht 0,2748 mg SO_2.

3. Salicylsäure.

Salicylsäure Eigenschaften.

§ 229. Salicylsäure. $C_6H_4\langle^{COOH}_{OH}$ (Orthooxybenzoësäure) stellt gutkrystallisirende weisse Nadeln dar, schwer löslich in kaltem Wasser (1 g in 400 Wasser), sehr leicht in Alkohol. Geschmack süsslich, stark kratzend.

Qualit. Nachweis.

Qualitativer Nachweis. Ist Salicylsäure reichlich vorhanden, so ist sie leicht zu erkennen, indem man 50 cbcm der Flüssigkeit, Bier, Wein, mit etwas Schwefelsäure ansäuert, mit 50 cbcm einer Mischung von gleichen Theilen Aether und Petroläther ausschüttelt und den klar abgehobenen ätherischen Auszug filtrirt. Im Filtrat verjagt man vollständig den Aether und Petroläther und setzt zu den übriggebliebenen Tropfen Wasser einige Tropfen sehr verdünnter neutraler Eisenchloridlösung zu — Violettfärbung verräth Salicylsäure; die Intensität der Färbung gestattet Schlüsse auf die Menge.

Nachweis von Spuren neben Gerbsäure.

Sind in Wein oder Bier nur Spuren Salicylsäure (bis $^1/_{10}$ mg in 1 Liter) vorhanden, so verjagt man den Aether nicht vollständig, sondern nur bis auf ca. 5 cbcm, setzt dann 3—4 cbcm Wasser und etwas sehr verdünnte Eisenchloridlösung zu und filtrirt dann die erhaltene schmutzig gefärbte Flüssigkeit durch ein mit Wasser benetztes Filter. Es wird ein violettes wässeriges Filtrat erhalten, während die ätherische Flüssigkeit gelblich bis gelb gefärbt im Filter bleibt (Röse).

Handelt es sich um Milch, so verfährt man nach Girard folgendermassen: 100 cbcm Milch und 100 cbcm Wasser von 60° C. werden mit 8 Tropfen Essigsäure und 8 Tropfen Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd gefällt, geschüttelt und filtrirt. Das Filtrat wird mit 50 cbcm Aether ausgeschüttelt, welcher die Salicylsäure aufnimmt. — Bei Butter macht man erst einen Auszug der Butter mit kohlensaurem Natron unter gründlichem Kneten und verfährt mit diesem wie bei Wein.

4. Benzoësäure.

Benzoësäure

§ 230. Benzoësäure C_6H_5—COOH. Eigenschaften ganz ähnlich der Salicylsäure. Benzoësaures Natron wird für Milch empfohlen, soll etwa $^1/_3$ stärker als Borsäure wirken.

Qualitativer Nachweis nach Meissl. Die zu untersuchende Substanz wird (Milch unter Zusatz von Seesand) mit wenig Barytwasser unter Umrühren auf dem Wasserbade eingedampft. Dann wird das Pulver mit Schwefelsäure angesäuert und 3—4 mal mit ca. 50prozentigem Alkohol kalt ausgeschüttelt. Zur Trennung von Milchzucker und Salzen wird mit etwas Barytwasser versetzt und eingedampft, mit Schwefelsäure angesäuert, mit Aether die Benzoësäure extrahirt und durch Aetherverdunstung (bei Zimmertemperatur bis höchstens 60°) dieselbe krystallinisch gewonnen. Zwischen zwei Uhrgläsern kann man sie auf dem Wasserbad sublimiren, wobei sich der Raum mit glitzernden Krystallflittern füllt. — In Wasser gelöst giebt Benzoësäure mit einer verdünnten neutralen Eisenchloridlösung eine schöne röthlich-gelbe Farbe. — Eine quantitative Methode fehlt.

B. Beurtheilung der Konservirungsmittel.

Grosse Dosen aller Konservirungsmittel sind schädlich.

§ 231. Alle wirksamen chemischen Konservirungsmittel schädigen bei gewissen Konzentrationen nicht nur die Gährung und Fäulniss erregenden Mikroorganismen, sondern auch den Menschen. Während hierüber kein Zweifel besteht, ist es sehr schwierig, den Grad der Gesundheitsschädlichkeit genau anzugeben. Es ist streng genommen, ehe man den Gebrauch eines Konservirungsmittels gestatten kann, nachzuweisen, dass die betreffende Substanz in den etwa zu Konservirungszwecken verwendeten Dosen bei längerem Gebrauche nicht nachtheilig wirkt, und zwar:

Bedingung., unter denen ev. Verwendung zulässig.

1. Das subjektive Wohlbefinden darf nicht gestört werden.

2. Es dürfen objektiv keinerlei Störungen der Körperfunktionen nachweisbar sein. Herzthätigkeit, Respiration, Innervation u. s. f. müssen unverändert bleiben.

3. Die Ausnützung der Nahrung darf durch den Zusatz des Konservirungsmittels nicht gestört werden.

4. Endlich muss man auch noch verlangen — namentlich bei Mitteln, die zur Konservirung von Kinder- und Krankennahrungsmitteln (z. B. Milch) Verwendung finden sollen — dass sie auch den weniger widerstandsfähigen Organismus jugendlicher und kranker Individuen nicht gefährde. — Auch für Hausthiere soll die Substanz unschädlich sein.

5. Aeusserst wünschenswerth ist endlich, dass jedes in grösseren Dosen nicht absolut unschädliche Konservirungsmittel leicht qualitativ und quantitativ zu bestimmen sei, um jederzeit den Verkäufer kontrolliren zu können.

Sehen wir, wie die einzelnen Konservirungsmittel diese Aufgabe erfüllen:

Borsäure.

§ 232. Borsäure. Zur Konservirung von 1 Liter Milch sind 1/2—1 g erforderlich; Soxhlet nennt Borsäure — natürlich vom Standpunkte der Produzenten — das beste Mittel zur Milchkonservirung. Wie viel Borsäure in Fleisch übergeht, das damit bestreut oder in Borsäure-Lösung eingelegt war u. s. f. ist zur Zeit nicht genau bekannt, nach Angabe eines Patentinhabers Roosen, der mit 2 %iger Borsäure unter Druck konservirt, nehmen 500 g Fleisch 1/4 g Borsäure auf. — Uebergiessen von Fleisch mit 1 %iger Borsäurelösung erhöhte die Haltbarkeit von 4 auf 7 Tage. *Nöthige Menge.*

Thierversuche.

Subjektive Erscheinungen nach Einnehmen von 1—2—3 g in starker Verdünnung fehlen meist, viel schlechter vertragen werden konzentrirtere Lösungen. 2 g in 50 Wasser machte bei Mattern heftige Magenschmerzen und Diarrhoe. Kaninchen und Hunde wurden durch tägliches Eingiessen von 1/2 resp. 1—2 g Borsäure in 20 resp. 50 cbcm Wasser in wenigen Tagen krank, zeigten Diarrhoe, Speichelfluss, Abmagerung. In einigen Versuchen wurde tödtlicher Ausgang beobachtet, doch sind dieselben bisher überhaupt nicht sehr zahlreich. Auch bei Ausspülung von Magen und Blase (am Menschen), wobei einige Gramm Borsäure in relativ wenig Wasser gelöst zurückblieben, ebenso bei subcutaner Injektion sind mehrfach schwere Erkrankungen berichtet.

Die Behauptungen von Artmini und Polli (Annali di chimica applic. alla medicina 1877), dass 3-4 g monatelang gut vom Menschen vertragen würden, werden von Mattern als unglaubhaft bezeichnet. — Es dürften sich diese Beobachtungen aber doch mit denen von Mattern vereinigen lassen. Mattern hat meist konzentrirte Lösungen oder gar Borsäurekrystalle verschlucken lassen, wodurch Reizwirkungen hervorgebracht wurden, die den verdünnten Lösungen fehlen dürften. Sollten aber auch die Resultate von Mattern etwas zu ungünstig ausgefallen sein, so sprechen doch die Untersuchungen Forsters sehr klar gegen die Borsäure.

Versuche am Menschen.

Forster und Schlenker haben in wiederholten sehr sorgfältigen Ausnützungsversuchen am Menschen dargethan, dass der Genuss von täglich 1/2—3 g Borsäure (BO_3H_3), der menschlichen Nahrung zugesetzt die Resorption der aufgenommenen Nahrungsstoffe beeinträchtigt und dabei wahrscheinlich auch Veranlassung wird zu einer vermehrten Abstossung von Darmepithelien oder erhöhten Abscheidung von Darmschleim.

Borax wird nach Forster wahrscheinlich wie Borsäure wirken; über Natrium chloro-borosum, Barmenit etc. fehlen Versuche am Menschen; bis auf weiteres sind sie mit der Borsäure resp. Borsäuremischungen gleich zu taxiren. Ihre Verwendung soll zur Fleischkonservirung sehr zunehmen, jedoch verbietet die deutsche Marine für ihre Konserven Borpräparate.

Liebreich hat sich (Berl. Klin. Wochenschrift 1887) für die Unschädlichkeit der zu Konservirungszwecken nöthigen Borsäuremengen ausgesprochen, ohne irgend welche neue Versuche mitzutheilen.

Schweflige Säure.

§ 233. Schweflige Säure. Bisher ist dieses Gas als fast unentbehrliches Mittel bei der Weinproduktion anzusehen; es dient zum Tödten der Pilze, die sich an der Innenwand der Fässer ansiedeln. In einem Stückfass von 12 Hektoliter werden bei jedem Schwefeln circa 20 bis 30 g Schwefel verbrannt; je nachdem aber verfahren wird, nimmt der Wein mehr oder weniger davon auf. Neben der besprochenen Tödtung der Pilze der Fasswand wirkt die schweflige Säure in dem Sinne ein, dass die Gährung hintangehalten, junger Wein flaschenreif (haltbar) wird, älterer Wein nur langsam den Geschmack eines *Verwendung in der Gährungsindustrie.*

alten annimmt u. s. f. Ferner ist SO_2 eines der besten Mittel gegen Weinkrankheiten (vergl. Wein). Im Bier ist die Ursache seiner Anwendung eine ähnliche, das Bier wird haltbarer, Nachgährungen werden aufgehalten. Hier spielen namentlich Lösungen von Calciumbisulfit, mit denen Fässer, Bottiche ausgespült, Keller ausgestrichen werden, eine Rolle. Die Gefässe müssen übrigens stets mit Wasser nachgespült werden.

Während zur Zeit Niemand geringe Mengen SO_2 in Wein und Bier beanstandet, unterliegt es keinem Zweifel, dass grosse Mengen – wie sie namentlich in betrügerischer Absicht als Zusatz zum Bier (auch in Form von Calciumbisulfit) angewendet werden — gesundheitsschädlich sind. Aber, wo diese Grenze liegt, ist trotz der sorgfältigen Arbeit von L. Pfeiffer (München) noch nicht genau anzugeben.

Experimente am Menschen

Die von Pfeiffer gesammelten Litteraturangaben über Wirkung auf den Menschen schwanken sehr. Während Polli 8—12 g schwefligsaure Salze mit 2—3 g SO_2 pro Tag unschädlich fand, andere Kindern 1,8 g Natriumbisulfit verschrieben, ohne Nachtheile zu sehen, haben Bernatzik und Braun in zahlreichen Versuchen ganz anderes gefunden. 80 mg freie schweflige Säure in 360 cbcm Zuckerwasser gelöst wurden auf 24^h vertheilt von der Mehrzahl der Versuchspersonen (Wöchnerinnen) sehr schlecht ertragen; heftige Durchfälle, Erbrochen, tagelanges Unbehagen waren die Folgen; schon Dosen von 1 g schwefligsaure Magnesia mit 0,3 g SO_2 wurden meist schlecht vertragen, erregten Erbrechen und Durchfall. Immerhin zeigten 1/3 der Wöchnerinnen die pro die 3,75 g $NaHSO_3$ erhielten (mit 2,28 g SO_2) und 2/3 derer die 3,75 g $KHSO_3$ bekamen (mit 1,98 g SO_2) keine auffällige Belästigung, die Medikation wurde ertragen. Die übrigen Frauen erkrankten an Magendarmstörungen.

Thierversuche.

Die nur mit grossen Salzdosen angestellten Hundefütterungsversuche Pfeiffers ergaben desquamative Magendarmkatarrhe, sind aber leider durchweg so ausgeführt, dass die Salze in Substanz verschluckt werden mussten, was den praktischen Verhältnissen nicht entspricht (vergl. S. 279).

Es scheinen nach Pfeiffers Darstellung die hygienisch wichtigsten Versuche: Einverleibung kleiner Salz- resp. Säuredosen in verdünnter Form während langer Zeit am gesunden Menschen zu fehlen. Pfeiffer meint, dass 20 mg SO_2 in 1 Liter Wein oder Bier vom hygienischen Standpunkte noch zulässig sei, und erklärt 80 mg SO_2 für geeignet beim Menschen Erkrankungen des Verdauungskanales hervorzubringen; einige weitere Versuche am gesunden Menschen scheinen mir unerlässlich.

Befunde in Wein u. Bier.

Kämmerer[1]) fand (Bericht der VII. Versammlung bayer. Chemiker in Speyer) in 1 Liter mg SO_2:

	Maximum	Minimum	Mittel
38 Weissweine	210	32	93
17 Rothweine	83	12	36
9 Süssweine	46	4	17

Im Biere fand Herz in 102 Proben (Rep. f. anal. Chem. 1885, p. 59) 0—89 mg SO_2 im Liter. Letzterem Biere war eingestandenermassen doppelt schwefligsaurer Kalk zugesetzt worden. Bier vom Hofbräuhaus in München, zu dem ein Drittel geschwefelter Hopfen verwendet wurde, enthielt im Liter 1,8—2,6 mg SO_2.

In einem Apfelwein konstatirte Kayser sogar 730 mg in 1 Liter!

[1]) Vor längerer Zeit stark geschwefelte Weine zeigen auch starke Vermehrung der schwefelsauren Salze, so dass ein mittlerer Gehalt von 1,2 g (bis 2,6 g) Kaliumsulfat statt etwa 0,12—0,4 g im Liter reinen Wein beobachtet wurde.

Die Maximalmenge, die in Oesterreich in Wein und Bier zulässig ist, beträgt 8 mg SO_2 in 1 Liter auf Grund eines Gutachtens der med. Fakultät vom 19. März 1887; die bayerischen Vertreter der angew. Chemie hatten in ihren Vereinbarungen 1885 10 mg für Wein, Herz für Bier 13,75 mg in 1 Liter vorgeschlagen. Diese Zahlen sind vom Standpunkte der Hygiene aus bis auf weiteres als genügend streng anzusehen; vielleicht ergeben neue Untersuchungen am Menschen, dass sie ohne Schaden etwas erhöht werden dürfen, aber Misstrauen wird einem Gifte vom Range der schwefligen Säure gegenüber stets am Platze sein. — Nach Nessler genügen 2,7—5,4 mg SO_2 im Liter Wein, um die gewöhnlichen Weinkrankheiten zu verhindern, ja 22 mg reichen hin, um in einem Moste volle 28 Tage die Gährung zu unterdrücken. Grenzzahl.

§ 234. Salicylsäure. Salicylsäure ist zur Konservirung aller möglichen organischen Stoffe empfohlen; ihrer geringen Löslichkeit in Wasser und ihres unangenehmen Geschmackes wegen eignet sie sich aber nur gut für alkoholhaltige, kräftig schmeckende Substanzen. Für Bier genügen 0,05 g Salicylsäure pro Liter nach Prior, um dasselbe haltbar zu machen; für den überseeischen Export schlägt er vor, 0,2 g als zulässig zu erklären. Salicylsäure Nothwendig. Menge zu Konservirungszwecken.

Die Giftigkeit der Salicylsäure in stark verdünnter Lösung ist keinenfalls eine beträchtliche, u. a. nahm Kolbe 1 Jahr lang täglich 1 g Salicylsäure in seinen verschiedenen Getränken zu sich, ohne den geringsten Nachtheil, und ich liess 75 resp. 91 Tage lang 2 Münchner Arbeiter täglich $^1/_2$ g Salicylsäure in $^1/_2$ Liter Bier geniessen, ohne eine Spur von Einfluss auf ihr Befinden zu konstatiren. Ein solcher Gehalt verräth sich schon dem Geschmacke. Versuche über die Beeinflussung der Verdauungs- und Ausnützungsvorgänge bei Gesunden durch Salicylsäure fehlen. Beim Hunde bewirkten Gaben von salicylsaurem Natron vermehrten Eiweissumsatz im Körper (Wolfsohn, Dissert. Königsberg 1876 und C. Virchow, Zeitsch. f. physiol. Chem. Bd. VI S. 78). Versuche am Menschen.

Cerebrale Vergiftungssymptome beobachtet man bei der Einnahme von 6—12 g in kurzer Zeit; es sind aber schon von 4 g salicylsaurem Natron ausnahmsweise schwere Vergiftungserscheinungen gesehen worden. Namentlich die Franzosen machen auf die Schädlichkeit der Salicylsäure bei Nierenkrankheiten und auf die langsame Elimination derselben bei Greisen aufmerksam.

Ueber Benzoësäure liegen wenige Angaben vor, sie dürfte in qualitativer und quantitativer Hinsicht vorläufig ganz wie Salicylsäure zu beurtheilen sein. Benzoësäure

§ 235. Aus all dem Gesagten scheint nun Folgendes hervorzugehen:

1. Werden frische Nahrungsmittel sehr vorsichtig mit den eben zu ihrer Konservirung hinreichenden Mengen von Borsäure, schwefliger Säure oder Salicylsäure versetzt, so wird beim einmaligen oder doch nur kurz dauernden Genusse ein Gesunder wohl niemals Störungen des Befindens darbieten. Praktische Folgerungen

2. Bei längerem Gebrauche scheint indes schon eine behutsame Anwendung der Borsäure nicht gleichgültig zu sein, ähnlich könnte sich schweflige

Säure verhalten. Von schwachen Salicylsäuredosen sind zwar noch keine Störungen erwiesen, eine Beeinflussung der Ausnützung etc. ist immerhin leicht möglich.

3. Werden aber schon in beginnender Zersetzung befindliche Nahrungsmittel durch grössere Dosen der Konservirungsmittel zu erhalten gesucht, wird überhaupt durch allgemeine und dreiste Anwendung der Konservirungsmittel die Tagesdosis dieser Substanzen grösser, so ist entschieden für die drei genannten Substanzen die Möglichkeit zuzugeben, dass sie die Gesundheit gefährden.

4. Ganz besonders kann dies der Fall sein, wenn es sich um Kinder, Kranke, Schwangere, Wöchnerinnen und Greise handelt.

Postulate für die Praxis.

Wenn also auch noch keine bestimmte Minimaldosis und Minimaleinwirkungsdauer, bei denen die einzelnen Konservirungsmittel schädlich wirken, angegeben werden kann, so ist zu verlangen:

1. dass Art und Menge des zugesetzten Konservirungsmittels auf der Etiquette angegeben wird — widrigenfalls ist das Nahrungsmittel prinzipiell zu beanstanden;

2. dass Milch und alle speziell als Kinder- oder Krankennahrung empfohlenen Produkte überhaupt keine konservirenden Zusätze erfahren. Für Milch ist Abkochen das richtige Konservirungsmittel;

3. dass Zusätze, welche das zum Konserviren des frischen Nahrungsmittels erforderliche Minimum des Mittels überschreiten, beanstandet werden;

4. dass keine Konservirungsmittel als Geheimmittel verkauft werden dürfen;

5. dass kein neues Konservirungsmittel auf den Markt gebracht werden darf, ehe einwandfreie Versuche seine relative Unschädlichkeit — wenigstens im Sinne der oben ausführlich besprochenen Substanzen — dargethan hat.

Noch ein prinzipieller Einwand gegen chem. Konservirungsmittel.

Aber selbst, wenn die Konservirungsmittel relativ unschädlich sind, muss bei ihrer Beurtheilung noch ein Gesichtspunkt in die Wagschale fallen: Dieselben erleichtern ein unreinliches, nachlässiges Hantiren mit den Produkten, ermöglichen in beginnender Zersetzung befindliche Gegenstände mit dem Scheine der Frische längere Zeit aufzubewahren u. s. f., begünstigen also eine Reihe von Täuschungen und unreellen Handlungsweisen und in derem Gefolge eine Anzahl Bedrohungen unserer Gesundheit. Wenn wir von ganz seltenen Fällen absehen, sind chemische Konservirungsmittel als **Zusatz** zu Nahrungs- und Genussmitteln überflüssig; etwas anderes ist es mit ihrer Verwendung zum Reinigen von Gefässen etc.

Litteratur.

Mattern, Julius. Ueber die Verwendung der Borsäure etc. Bericht über die 7. Versammlung der freien Vereinigung bayrischer Chemiker in Speyer. Berlin 1889.

Forster, J. Ueber die Verwendbarkeit der Borsäure zur Konservirung von Nahrungsmitteln. Arch. für Hyg., II.

Pfeiffer, Ldw. Die schweflige Säure etc. Hygienische Tagesfragen, III. München 1888.

Vallin. Rapport sur l'emploi de l'acide salicylique etc. Bulletin de l'academie 1887. Eingehende Begründung des Rathes, den Salicylsäurezusatz zu Nahrungsmitteln zu verbieten.

Lehmann, K. B. Ein Beitrag zur Frage der Gesundheitsschädlichkeit der Salicylsäure. Arch. für Hygiene, V.

VI. Abschnitt.

Das Fleisch[1]).

§ 236. Eine richtige Ueberwachung der Ernährung des Menschen mit Fleisch im weitesten Sinne ist nur möglich, wenn eine doppelte Untersuchung stattfindet. Einmal ist durch Thierärzte die Gesundheit des lebenden Thieres zu begutachten, zweitens hat nach der Schlachtung eine Untersuchung des Fleisches und namentlich der Eingeweide des Thieres von sachverständiger Seite stattzufinden. Bei der eminenten Wichtigkeit einer richtigen Beurtheilung des Fleisches sollten die hierzu nothwendigen Kenntnisse Gemeingut möglichst auch der Aerzte werden. Doppelte Fleischschau.

A. Untersuchung des Fleisches.

§ 237. Bei der Untersuchung des Fleisches genügt es nicht zu sagen: ist ein fraglicher Untersuchungsgegenstand gesundheitsschädlich oder nicht, da in sehr vielen Fällen das Fleisch ohne eigentlich schädlich zu sein, Eigenschaften, Veränderungen zeigt, die es ekelhaft[2]) und damit für den allgemeinen Genuss unbrauchbar machen. Müssen wir auch möglichst zwischen ekelhaft und gesundheitsschädlich unterscheiden, so ist doch eine absolute Grenze nicht zu ziehen, da bei empfindlichen Menschen der Genuss eines ekelhaften Gegenstandes direkt die Gesundheit gefährden kann. Ekelhaft und gesundheitsschädlich.

Zum Zwecke einer richtigen Beurtheilung müssen wir namentlich folgende Fragen in Untersuchung ziehen: Schema der Fragenstellung bei Fleischuntersuchg.

a) Ist das Fleisch frisch oder in vorgeschrittener Zersetzung?

b) Wenn das Fleisch frisch ist:

---

1) Unter „Fleisch" ist im Folgenden die gesammte frische Fleischnahrung also inklusive der geniessbaren Eingeweide verstanden.

2) Eine scharfe, allgemein gültige Definition von „ekelhaft" ist nicht zu geben. Ekel wird bei den einzelnen Menschen sehr verschieden leicht erregt und oft wird ein Gegenstand ahnungslos mit bestem Appetit genossen, der unter dem Einflusse heftigen Ekels verschmäht worden wäre, wenn man Näheres über denselben gewusst hätte.

1. Stammt es von einem gesunden Thier?
   α) War das Thier unter Lebens- und Ernährungsbedingungen, die das Fleisch als tadellos erscheinen lassen?
   β) Besitzt das Thier in Folge von besonderen Umständen, z. B. der Art des Todes etc. etc. vielleicht ein mehr oder weniger ekelhaftes, zum mindesten minderwerthiges Fleisch?
2. Stammt es von einem kranken Thier?
   α) War die Krankheit keine Infektionskrankheit und welche?
      α_1) Ist das Thier durch die Krankheit stark abgemagert, heruntergekommen, sind vielleicht andere Symptome einer Krankheit am Fleisch zu erkennen?
      β_1) Hat das Thier vielleicht Arzneimittel erhalten, die von Bedeutung sein könnten?
   β) War die Krankheit eine Infektionskrankheit, die nicht auf den Menschen übertragbar ist, und welche?
   γ) War es eine auf den Menschen übertragbare Infektionskrankheit und welche?
      α_1) Verschwindet die Gefährlichkeit durch das Kochen?
      β_1) Bleibt die Gefährlichkeit nach dem Kochen?

I. Die Untersuchung des Fleisches auf seinen Gehalt an Nährstoffen.

Nährwerth.

§ 238. Die chemische Untersuchung des Fleisches auf seine Hauptbestandtheile (Wasser, Eiweiss, Fett, Asche) wird kaum aus hygienischem Interesse ausgeführt, da genügend Analysen hierüber vorliegen und dadurch etwaige Betrügereien und Gesundheitsgefährdungen nicht aufgedeckt werden. Wird sie nöthig, so geschieht sie nach den Seite 250 u. folg. besprochenen allgemeinen Methoden.

Die Zusammensetzung des Muskelfleisches schwankt je nach dem Fettgehalt sehr. (Siehe Tabelle IX.) Fettreiches Fleisch ist stets absolut wasserärmer; der Eiweissgehalt ist im fetten Fleisch meist etwas, zuweilen beträchtlich kleiner als im mageren. Den Unterschied von zähem und zartem, wohlschmeckendem und fadem Fleisch können wir bisher chemisch nicht genügend erklären.

Man rechnet, dass ein Ochse etwa 40—48 % Muskelfleisch, 11 % Knochen und 11 bis 25 % Fett enthält. Nach Friedel enthält beim Metzger gekauftes „Fleisch“ durchschnittlich 83 % Fleisch, 8,4 % Knochen, 8,6 % Fett.

Pferdefleisch etc. statt Rindfleisch.

Da es keine Thierart mit an sich schädlichem Fleische bei uns giebt, so hat auch der Nachweis einer Substitution von einer Fleischsorte durch die andere zwar forensischen aber keinen hygienischen Werth. Dieser Nachweis ist, insofern er sich auf Inspektion gründet, kaum aus Büchern zu lernen (vergl. Schmidt-Mühlheim, Seite 17) und oft auch von Geübten nur zu führen, wenn Knochen mit vorhanden sind. Da Pferdefleisch, Hunde- und Katzenfleisch den meisten Menschen ekelhaft ist, so muss richtige Deklaration verlangt werden.

Bei der chemischen Analyse vermögen die verschiedenen Schmelzpunkte der Fette einen Fingerzeig für die Herkunft des Fleisches zu geben; doch sind die Fette von einzelnen Körperregimen desselben Thieres so verschieden leicht schmelzbar, dass auch dies Kriterium oft versagen dürfte. Am gleichen Ochsen war nach E. Schulze und A. Reinecke (bei König Seite 199) der Schmelzpunkt des Nierenfettes 50°, des Muskelfettes 41—42°; am Hammel sind Schwankungen von 52—41°, am Schwein von 48 - 42,5° konstatirt. Pferdefett schmilzt schon von 37,2° ab. Schmelzpunkt der Fette.

II. Untersuchung, ob ein Fleisch frisch ist.

§ 239. Der lebende Muskel reagirt schwach alkalisch; durch die Todtenstarre wird im Muskel des geschlachteten Thieres reichlich Milchsäure gebildet. Diese Säure wirkt bei längerem Aufbewahren des Fleisches lockernd auf dasselbe ein; „abgehängtes", „abgelegenes" Fleisch bietet unseren Zähnen weit geringeren Widerstand als frisch geschlachtetes. Untersuchg. auf Frische.

So lange ein Fleisch noch sauer reagirt, so lange besteht noch keine starke Fäulniss; wir dürfen deshalb die Prüfung mit Lackmuspapier als wichtige Methode zur Beurtheilung der Frische des Fleisches betrachten. Sowie alkalische Reaktion auftritt — durch Spaltpilzthätigkeit werden Ammoniak und substituirte Ammoniake gebildet —, hat die Fäulniss schon einen hohen Grad erreicht. Reaktion.

Der Geruch und Geschmack ändert sich in bekannter Weise; der Geruchsinn entscheidet wohl zuerst und am zuverlässigsten über beginnende Fäulniss. Geruch.

Frisches Fleisch hat eine hellgraulichrothe bis dunkelbraunrothe Farbe; beim Verderben ändert sich dieselbe in graugrünlich bis grünlichviolett; zuerst ist die Verfärbung an den Sehnenspiegeln zu sehen. Die Konsistenz des frischen Fleisches ist derb; bei eintretender Fäulniss wird dasselbe etwas matsch; die Oberfläche zeigt häufig schmierige Bakterienauflagerungen. Aussehen.

Nach Gärtner enthält 3 Tage altes Fleisch nur in der äussersten Randzone Bakterien, 10 Tage altes bis in die Tiefe von 1 cm, ganz faules ist von Bakterien ganz durchwachsen; dabei sind die Blutgefässe aber pilzfrei, wenn das Fleisch von einem gesunden Thiere stammte. Die Untersuchung hat an gefärbten Mikrotomschnitten zu geschehen. — Gelegentlich können auch Plattenkulturen mit genau bekannten Mengen einer Aufschwemmung von fein zerriebenem Fleisch und Zählungen von Nutzen sein. Bakteriengehalt.

Beim Wild lassen Feinschmecker einen Grad von Fäulniss (als haut-goût) zu, den die Hygiene nicht mehr billigen kann — eine Grenze der Zulässigkeit vermag ich nicht anzugeben.

Zuweilen findet sich leuchtendes Fleisch, Fische etc. Bei uns wird dieser Glanz meist durch das grünlich phosphorescirende, die Fleischstücke überziehende Bacterium phosphorescens Fischer hervorgebracht. (Vergl. S. 85). Von Fischer sind ausserdem noch 2 Arten beschrieben. (Z. f. H. II u. C. f. Bakt. IV.) Sehr verdünnte Platten auf mit 3 % Kochsalz versehener Gelatine führen zur Reinkultur. Die Plattenkultur wird dadurch erschwert, dass z. B. Bacillus fluorescens putidus antagonistisch das Wachsthum des B. phosphorescens hindert, und auf dem Fisch oder Fleisch stets zahllose Fäulnisskeime neben den Leuchtbacillen vorhanden sind. Vergl. auch Beyrinck, C. f. Bakt. VII. p. 338. Leuchtendes Fleisch.

III. Untersuchung, ob das Fleisch von einem gesunden oder kranken Thiere stammt.

Unzulänglichkeit der alleinigen Mikroskop-Untersuchung.

§ 240. Beschränkt man sich bei dieser Untersuchung auf die Prüfung des Muskelfleisches allein mit Hilfe der unbewaffneten Sinne, so wird es oft unmöglich sein, Fleisch kranker Thiere zu erkennen, geschweige denn die Krankheit zu diagnostiziren. Wohl werden Finnen, vom Geübten auch verkalkte Trichinen erkannt, wohl fällt ein wässerig infiltrirtes, von Blutergüssen durchsetztes, gallig gefärbtes, durch und durch schwarz-rothes (mangelhaft ausgeblutetes) Fleisch auf — viel mehr ist aber nicht zu konstatiren.

Mikroskop. Aufgaben.

Eine mikroskopische, event. bakteriologische Untersuchung nach den Methoden von S. 37 u. folg. namentlich in vielen Fällen eine Verimpfung von Fleischstückchen auf geeignete Thiere, erschliesst manche weitere Erkenntniss. Zu einem abschliessenden Urtheil in schwierigeren Fällen bedürfen wir aber auch des Befundes an der Haut und den Eingeweiden, resp. einer kunstgerechten Beschau des ganzen geschlachteten Thieres mit nachfolgender mikroskopischer, resp. bakteriologischer Untersuchung.

Es kann hier natürlich nicht auseinandergesetzt werden, wie alle verschiedenen Thierkrankheiten diagnostizirt werden; so weit es keine Infektionskrankheiten sind, haben sie mit den menschlichen Krankheiten sehr grosse Analogien. Hier sollen nur die Mittel an die Hand gegeben werden, einen Ueberblick über die wichtigsten Infektionskrankheiten durch thierische und pflanzliche Parasiten zu gewinnen — da ja fast nur diesen eine grössere Bedeutung vom hygienischen Standpunkt zukommt.

A. Thierische Parasiten.

Thierische Parasiten.

§ 241. Die Mehrzahl der bisher bekannten thierischen Parasiten ist von ansehnlicher Grösse, die Untersuchung deshalb ohne besondere Schwierigkeit, vorausgesetzt natürlich, dass sich der Parasit nicht in zu vereinzelten Exemplaren findet.

1. Trichinen.

Trichinen.

Ein geübtes Auge kann schon mit Lupenvergrösserung namentlich verkalkte Trichinen erkennen, doch ist dies stets unsicher und eine mikroskopische Untersuchung nicht zu unterlassen. Zur Untersuchung fertigt man sich von dem fraglichen Fleischstück möglichst in der Nähe der Anheftungsstellen der Muskeln am Knochen mit einer gebogenen Scheere wenigstens 6—8 1 cm lange Schnitte in der Richtung des Faserverlaufes, indem man die zu schneidende Stelle durch leichten Druck etwas vorwölbt.

Praedilektionsstellen.

Steht ein ganzer Kadaver zur Disposition, so sucht man die Trichinen an folgenden Lieblingssitzen auf: Zwerchfellpfeiler, Bauch-, Hals-, Augen-,

Zungenwurzel-, Kehlkopf- und Interkostalmuskeln. Chatin will neuestens auch im Fettgewebe sowohl frei wie eingekapselt Trichinen gefunden haben, was den bisherigen Erfahrungen vollkommen widerspricht.

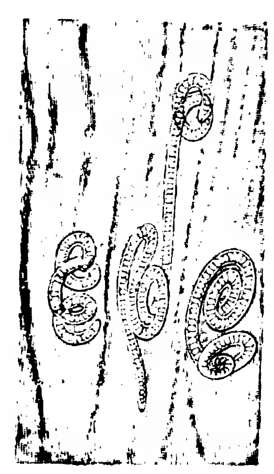


Fig. 89.
Junge Muskeltrichinen nach Heller.

Die Fleischstückchen werden dann auf einem Objektträger neben einander gelegt, mit einem 2. Objektträger bedeckt und fest aufeinander gepresst, damit dünne durchscheinende Präparate erhalten werden. Die Schnitte müssen so dünn sein, dass sie durch leichten Druck $^1/_2$ cm breit werden. Die Prüfung geschieht bei 30- bis 80facher Vergrösserung, eine erste rasche Durchsicht am besten bei 20—30facher.

Das Bild, das Trichinen im Muskel darbieten, ist verschieden, je nach der Länge der Zeit, die seit der Trichineninvasion verstrichen. Aussehen in verschiedenem Alter.

Wenn die Trichinenembryonen im Darme geboren werden, so sind sie nur 0,1—0,15 mm lang; bald nach der Geburt wandern sie, die Darmwand durchbohrend [1]), in die Muskeln des Körpers ein; ganz junge Muskeltrichinen können eine Länge von 0,3—0,4 mm besitzen. In eine Muskelfibrille eingedrungen, wachsen die ursprünglich gestreckten Würmchen in ca. 14 Tagen allmählich zu einer Länge von etwa 0,6—1 mm und Breite von 0,05 mm; dabei windet sich der Leib spiralig auf. Allmählich im Laufe der Wochen bildet sich durch reaktive Wucherung des interfibrillären Bindegewebes eine Kapsel (Kapsel ca. 0,4 mm lang) von ovaler, später citronenförmiger Gestalt um die nun vollkommen ruhenden Würmer. Nach Monaten treten Fetttröpfchen an den Polen der Kapsel auf, und allmählich findet eine immer zunehmende Ablagerung von kohlensaurem Kalk in die Kapseln statt. Verdeckt derselbe nach ca. $1^1/_2$ Jahren das Bild der Trichine, so erscheint letzteres meist auf Zusatz von einem Tropfen Essigsäure, indem sich der Kalk unter Kohlensäureentwickelung auflöst. — Sind, was häufig vorkommt, die Trichinen abgestorben und zerfallen, so lässt die derbe homogene Kapsel nach ihrer Entkalkung doch die Diagnose sicher stellen.

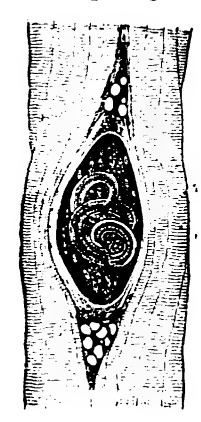


Fig. 90.
Eingekapselte Muskeltrichine.

Es soll durch Verwendung eines alten schwachen Essigs vorgekommen sein, dass die bekannten Essigälchen (1-2,5 mm lang) mit in das Präparat gelangten und zu Täuschungen führten. Doch sind Trichinen nie so frei beweglich und bei näherer Betrachtung auch sonst recht verschieden. Essigälchen.

Zur Entscheidung, ob Trichinen lebend oder tod in der betreffenden Probe vorhanden sind, handelt es sich um die Beobachtung deutlicher Bewegungen Leben die Trichinen?

1) Das Schwein zeigt nur bei reichlicher Infektion Krankheitssymptome, die sich aus denen der Darmentzündung und der Muskelreizung zusammensetzen.

derselben. Man versucht mit Präparirnadeln die Kapsel zu sprengen und erwärmt darauf den Objektträger ein wenig (auf ca. 40°); auch Säurezusatz reizt die Thiere zu rasch erlöschenden Bewegungen.

Lässt sich eine sichere Entscheidung auf diesem Wege nicht erreichen, so füttert man Ratten oder Kaninchen mit dem verdächtigen Fleisch; 3 Wochen nachher findet man dann die Muskeln von jungen Trichinen durchsetzt, wenn lebende verfüttert wurden.

Empfindlichkeit der Trichinen gegen Hitze und Kälte.

Im Allgemeinen sterben vielfach Trichinen spontan im Laufe der Jahre ab, doch sind Fälle publizirt, wo sie sich 7—8, 10¼, 11¼, 13, ja einmal 24 Jahre lebend erhalten haben sollen, vergl. Dammann, Deutsche Zeitschr. für Thiermediz. III. S. 92). Nach Gerlach tödtet sie schon eine Temperatur von 56°, die aber erst bei längerem Braten [1]) im Inneren grösserer Fleischstücke auftritt. Nach Fiedler sind 62—69° zur Tödtung nöthig. Durch Gefrieren leiden sie nach Leuckart kaum; 3 Tage Aufenthalt bei — 25° liess Muskeltrichinen ungeschädigt.

Gegen Salzen.

Beim Einsalzen gehen sie nur in den oberflächlichen Schichten rasch zu Grunde, aber schon in einer Tiefe von 2—3 cm erst nach Wochen; im Kern eines seit 2 Monaten eingesalzenen Schinkens lebten sie noch. In faulem Fleisch halten sie sich wochenlang.

Gegen Räuchern.

Räuchern und Trocknen schädigt die Trichinen sehr. — In gut geräuchertem Schinken sind sie meist abgestorben, so auch in der Mehrzahl der amerikanischen Schinken, in denen Trichinen auffallend häufig gefunden werden, (ca. in 1 % im Jahre 1878). Neuerdings dürften schärfere Bestimmungen den Trichinengehalt seltener gemacht haben. In Preussen ist etwa 1 Schwein auf 1800—2000 trichinös.

Trichinen in anderen Thieren.

Ausser im Fleische der Schweine sind Trichinen gefunden worden im Fleische von: Ratten (sehr häufig) (6—8 % aller Ratten sollen trichinös sein); seltener in Mäusen und Hamstern, zuweilen bei Raubthieren: Katze, Hund, Fuchs, Dachs, Bär. Die Untersuchung von Wurst auf Trichinen ist nach Johne nur dann mit einiger Sicherheit ausführbar, wenn pro Kilo mindestens 3—4 dünne Scheibchen aus der Wurst an verschiedenen Stellen herausgeschnitten werden! Harpuniren von Fleischstückchen aus der Wurst ist nach ihm ganz ungenügend.

Unterscheidung der Trichinen von ähnlichen Parasiten.

§ 242. Ab und zu kommen parasitische Würmer vor, die eine ungefähre Aehnlichkeit mit den Trichinen haben; letztere haben als Charakteristikum:

1. Die glänzende, ungestreifte citronenförmige Kapsel.

2. Ein dünnes vorderes und dickeres abgerundetes hinteres Körperende. Die Speiseröhre ist mit Ausnahme des Kopfendes bis zur Mitte des Wurmes mit einem dicken Belage grosser Zellen umgeben („der Zellkörper“), der anderen Würmern, die in Frage kommen, fast ganz fehlt.

3. Den Aufenthalt in den Muskeln.

Eine Reihe von Larvenformen von Würmern aus den Familien der Ascariden, Strongyliden und Filarien kommt gelegentlich in Kapseln eingeschlossen vor, die eine entfernte Aehnlichkeit mit Trichinenkapseln haben, doch finden sich dieselben viel häufiger

[1]) Der Fleischsaft zeigt verschiedene Eigenschaften, je nach den Temperaturen, denen man das Fleisch aussetzte:

unter 56°	Fleischsaft	trübe roth.
bei 56—60°	„	klar, hellroth,
bei 70—72°	„	„ bräunlichroth,
bei 75—80°	„	„ gelblich.

Bei 65° wird das Fleisch von roth in grau verfärbt.

in den Eingeweiden, als in den Muskeln (letzteres bei Fischen, Maulwurf, Maus). Alle zeigen den charakteristischen Zellenkörper nicht und besitzen einen konisch zugespitzten Schwanz. Die Ascariden haben ausserdem einen Bohrzahn am Kopfende.

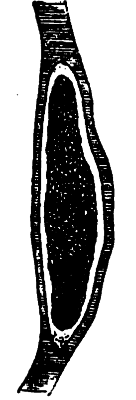


Fig. 91. Miescher'scher Schlauch. Nach Leuckart 1 : 50.

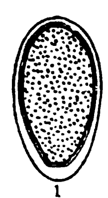
Die Jugendform von Trichocephalus dispar eines häufigen Rundwurms im Darme der Menschen und Hausthiere gleicht der Trichine dagegen bedeutend; doch hat sie einen Zellenkörper, der in das hintere Leibesdrittel reicht und ist in ihrem trichinenähnlichen Stadium 3–4mal kleiner als die Darmtrichine. Sie kommt niemals in der Muskulatur vor.

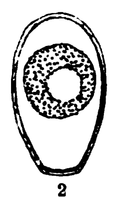
Miescher'sche Schläuche.

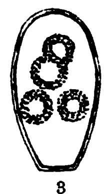
Miescher'sche Schläuche, Psorospermienschläuche, Rainey'sche Körper. Nicht selten findet man in der Längsrichtung der Muskelfasern angeordnete lancettförmige, dunkelkörnige „Schläuche" (Länge bis 10 mm, Breite 0,2 mm) in den Muskeln von Schwein, Rind, Schaf und Pferd, die bei ganz schwacher Vergrösserung eine gewisse Aehnlichkeit mit Trichinen haben (Fig. 91). Doch fehlt in ihnen jede Andeutung eines Würmchens, vielmehr entdeckt man bei starker (3—400facher) Vergrösserung, dass ihr Inhalt aus dicht zusammengedrängten Linsen-, Bohnen- oder halbmondförmigen Gebilden besteht, von denen immer wieder einige in eine dünnhäutige Kugel zusammengeschlossen sind. Die Schläuche liegen im Sarkolemm einer Muskelfaser. — Besonders massenhaft kommen analoge Gebilde in Säckchen vor, die von der Oesophagusmuskulatur ausgehend frei in den Oesophagus namentlich der Schafe und Ziegen hängen. Näheres über die Bedeutung dieser Organismen siehe pag. 102.

Koccidien.

Ebendaselbst (p. 103) finden sich einige Angaben über Koccidien, die hier noch durch beifolgende Abbildungen erläutert werden mögen (Fig. 92 u. 93).







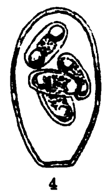


Fig. 92.

Coccidium oviforme aus der Leber des Kaninchens nach Leuckart 1 : 600.

1. Koccidie in einer Epithelzelle des Gallengangs. 2. Koccidie frei, eingekapselt, Protoplasma auf Kugelform kontrahirt. 3. u. 4. Entstehen von 4 Pseudonovicellen, in 4 sind die Cförmigen Keimstäbchen zu sehen.

Fig. 93.

Coccidium aus dem Darm der Maus nach Leuckart.

a. eine nackte Koccidie in einer Darmepithelzelle, *b. c.* dieselbe mit einer Hülle versehen, Inhalt im Zerfall zu sichelförmigen Körpern, die in Fig. *g.* frei werden und amöboide Bewegung zeigen (*h*—*k*).

Makroskopisch verrathen sich die Koccidien in der Kaninchenleber meist als Tumoren, die namentlich aus bindegewebigen Wucherungen im Gebiete der Gallengänge hervorgegangen sind; in einer ziemlich derben Kapsel liegen neben Eiterkörperchen sporenfreie Gebilde, wie Fig. 92 1 und 2 andeutet; durch Kultur kommen Sporen zur Entwickelung, vergl. die klare Darstellung von Rieck, Sporozoën als Krankheitserreger unserer Hausthiere (D. Zeitsch. für Thiermed. 1889).

2. Finnen.

Finnen.

§ 243. Das Fleisch zahlreicher Thiere beherbergt Blasenwürmer (Finnen), geschlechtslose Jugendformen von Bandwürmern, die sich aus den Finnen entwickeln, wenn letztere in den Magendarmkanal eines geeigneten anderen Geschöpfes gelangen. Zur Orientirung dient folgende Tabelle:

Blasenwürmer		Bandwürmer	
Wirth	**Name**	**Name**	**Wirth**
Schwein, Mensch	Cysticercus cellulosae	Taenia solium	Mensch
Rind. Experimentell auch bei der Ziege.	Cyst. taeniae saginatae	Taenia saginata seu mediocannelata	Mensch
Schaf	Coenurus cerebralis	Taenia Coenurus	Hund
Rind, Mensch	Echinococcus hominis et veterinorum = Ech. polymorphus	Taenia Echinococcus	Hund
Hase, Kaninchen	Cyst. pisiformis	Taenia serrata	Hund
Wiederkäuer, Schwein	Cyst. tenuicollis	Taenia marginalis	Hund
Maus	Cyst. fasciolaris	Taenia crassicollis	Katze
Trichodectes canis (Hundelaus) (nach neueren Autoren [Grassi, Lutz] ist dieser Zwischenwirth die seltene Ausnahme, oft soll sich diese Taenie ohne Zwischenwirth aus dem Ei entwickeln.)	Cryptocystis Trichodectidis	Taenia elliptica seu cucumerina seu canina	Hund, selten Mensch
Hecht (Esox); Barsch (Perca), Quappe oder Trüsche (Lota), Salmo umbla, Forelle (Trutta vulgaris et lacustris), Aesche (Thymalus vulgaris).	Cyst. von Bot. latus	Botryocephalus latus	Mensch

Das Schaf beherbergt keine für den Menschen pathogene Blasenwürmer.

Aussehen d. Cysticercen.

§ 244. Der Blasenwurm von Taenia solium (früher als Cysticercus cellulosae bezeichnet), bildet im Schweinefleisch (derjenige von T. saginata im Rindfleisch) im ausgewachsenen Zustande erbsen- bis kirschgrosse rundliche oder ovale durchscheinende mit wässeriger Flüssigkeit gefüllte Blasen; ausser in den Muskeln finden sich die Blasen gelegentlich auch überall sonst im Körper. Zwischen den Fingern leicht gedrückt und gerollt fühlen sie sich derb an, und es gelingt mit wenig Kunst fast stets, den handschuhfingerartig eingestülpten Halszapfen mit dem Kopfe, der am entwickelten Blasenwurm als undurchsichtig weisser Fleck sichtbar ist, aus dem Receptaculum auszustülpen [1]).

Lieblingssitze.

Hat man ein ganzes Thier auf Finnen zu untersuchen, so prüfe man zuerst die Prädilektionsstellen des Cysticercus, Zungenwurzel (Schwein) und Herz (Rind); an ersterer Stelle sind die Blasenwürmer nicht selten am lebenden Thiere schon zu sehen.

Sind die Finnen zahlreich (Fig. 94) (man hat schon 10—20 000 in 1 Schweine gefunden), so ist schon die makroskopische Diagnose sehr leicht; einzelne Finnen

1) Eine Verwechselung mit Fetträubchen, die im interfibrillären Bindegewebe vorkommen, lässt sich schon durch das Gefühl vermeiden — in zweifelhaften Fällen entscheidet das Mikroskop.

werden natürlich auch bei der besten Fleischschau leicht übersehen, da ein Zerschneiden der Muskeln zur Untersuchung das Aussehen des Fleisches verschlechtert. Empfehlenswerth ist die Untersuchung des Masseters des Rindes.

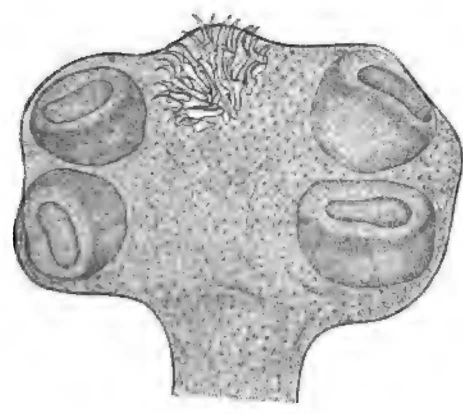


Fig. 94.

Kopf von Taenia solium nach Heller.

Mit Hacken, Saugnäpfen und Kalkkörperchen.

Zur sicheren Diagnose stülpt man den Kopf[1]) der Finne aus, schneidet denselben mit einem möglichst kurzen Stück Halszapfen ab und bringt ihn in Glycerin bei ca. 80facher Vergrösserung unter schwachem Pressen unter das Mikroskop. Man sucht nun stets die 4 Saugnäpfe des Wurmes, und, wenn es sich um die Schweinefinne handelt, den höchst charakteristischen doppelten, aus zweimal 16 Haken gebildeten Hakenkranz. Ein einziger deutlich gesehener Haken sichert die Diagnose. Bemerkenswerth sind auch die rundlichenKalkkörperchen, die in das Gewebe des Kopfes überall eingelagert sind. (S. Fig. 94.) Liegt nur eine noch dazu verkalkte oder gekochte Finne vor, so können Schwierigkeiten für die Diagnose entstehen, ebenso, wenn die Finnen sehr jung und dabei sehr reichlich, event. sogar noch abgestorben sind (zuweilen an Tuberkulose erinnernde Bilder). In Preussen kommt 1 finniges Schwein auf 324 gesunde, in Berlin 1 auf 124. Sichere Diagnose.

Der Rindsfinne, die in Deutschland viel seltener als die Schweinefinne vorkommt[2]), fehlen die Haken[3]), (auch die daraus entstehende Taenie ist bekanntlich hakenlos); hier muss der Betrachtung der Saugnäpfe besondere Sorgfalt zugewendet werden. Weiter fehlt der Rindsfinne ein deutliches prominentes Rostellum, dagegen besitzt sie an einer Stelle eine grubige Einsenkung an der Oberfläche des Kopfes (sog. Stirnsaugnapf).

Rinds- und Schweinefinnen sind nicht sehr widerstandsfähig gegen äussere Einflüsse. 14 Tage nach dem Schlachten ist ihre Lebensfähigkeit stets erloschen; auch mit ganz frischem Schinken, aus finnigem Fleisch bereitet, erhielt Leuckart nie ein positives Resultat bei Fütterungsversuchen. Nach Perroncito stirbt eine herauspräparirte Finne schon nach 1 Minute in einem Wasser von 50°.

---

1) 32 Tage nach der Infektion eines Thieres mit Bandwurmeiern sind die Finnen hanfkorngross mit einer Andeutung der Kopfanlage, nach 46 Tagen erbsengross, nach 60 Tagen durchweg vollkommen entwickelt; nach 2½ Monaten ist der Blasenwurm im Stande, im Darme eines anderen Thieres zum Bandwurm zu werden. Nach 3—6 Jahren stirbt die Finne ab und verkalkt.

2) Die Schweinefinne ist entschieden häufiger, dennoch in manchen Gegenden Taenia mediocannellata viel häufiger beim Menschen als Taenia solium. Die Unsitte, Schweinefleisch ungekocht zu geniessen, nimmt ab — die Verwenduug von rohem Rindfleisch zu.

3) Nur in frühen Entwickelungsstadien sind kleine Spitzen vorhanden, die aber, ohne weiter zu wachsen, später verschwinden.

Echinokokken.

§ 245. Echinokokken, d. h. die Finnen des kleinen dreigliederigen in toto nur ca. 4—6 mm langen Hundebandwurmes (Taenia Echinococcus) finden sich in vielen Gegenden sehr häufig als dünnhäutige Wasserblasen vorwiegend in Leber und Lunge vom Rind, Schaf und Schwein. Seltener finden sie sich in anderen Organen (auch in den Muskeln), keines ist ganz vor ihnen sicher.

Vorkommen.

Fig. 95.
Schweinefleisch mit Finnen nach Birch-Hirschfeld.
Natürliche Grösse. Kopfzapfen der Finnen scheinen durch.

Häufigkeit.

In Süddeutschland ist die Krankheit die dritthäufigste bei Schlachtungen beobachtete. In Island haben 28 % der Hunde Taenia Echinococcus, und 2 bis 2,5 % der Menschen Echinokokkusblasen; 7 ‰ der im Berliner pathologischen Institut secirten Leichen zeigten solche.

Aussehen.

Erwachsene Echinokokkusblasen bieten folgendes Bild dar: In einer mehr oder weniger derben fibrösen Kapsel liegt die Echinokokkusblase von sehr variabler Grösse (Durchmesser 1 bis 10 cm) prall mit klarer wässeriger Flüssigkeit gefüllt. Die auf dem (optischen) Querschnitt sehr deutlich geschichtete Wand der Blase bietet ein äusserst charakteristisches Bild; als Auskleidung dient ein Wimperepithel. In der Echinokokkusblase findet sich bei jungen Thieren stets, bei erwachsenen in selteneren Fällen nichts als die erwähnte Flüssigkeit; meist aber hängen an der Blasenwand sogenannte Brutkapseln, Wucherungen des Parenchyms, in die alsbald die Epithelschicht hineinwächst.

Mikroskop. Bau.

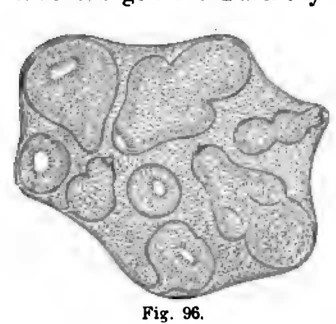


Fig. 96.
Brutkapsel eines Echinokokkus mit Bandwurmköpfen nach Schmidt-Mühlheim.



Fig. 97.
Echinokokkenskolex eingestülpt nach Heller.

Durch Wachsthum und Einstülpung entstehen darauf an den Brutkapseln die Bandwurmköpfe mit ihrem Rostellum, 4 Saugnäpfen und ihren Haken, die in 2 Reihen von je 14 bis 25 Stück angeordnet sind. An einer Brutkapsel können zahlreiche Köpfe (bis 22) entstehen. Neben dieser Entwickelung von Köpfen findet eine Bildung von Tochterblasen statt, die in verschiedener Weise entstehend, schliesslich innerhalb oder ausserhalb der Mutterblase liegen können.

Bei dem hohen Alter, das die Echinokokken oft erreichen, findet man nicht selten im Inneren der Blasen nur noch Detritus, abgestorbene Köpfe mit ausgefallenen Haken und letztere frei im Blaseninhalt schwimmend.

Die Diagnose gründet sich:

1. In typischen Fällen auf den makroskopischen Anblick der grossen z. Th. in einander geschachtelten Blasen.
2. Auf den mikroskopischen Nachweis der Haken resp. Scolices und der charakteristischen Schichtung der Wanderung.
3. Auf die chemische Untersuchung der Flüssigkeit. Dieselbe ist frei von Albumin, gerinnt also nicht beim Kochen, enthält geringe Mengen Zucker, Inosit und Bernsteinsäure.

Fische pflegt man bisher noch wenig auf Parasiten zu untersuchen; in Botryocephalusgegenden (Ostseeprovinzen, West- und Südschweiz, Norditalien) hat man die entsprechende Finne vielfach häufig in den (S. 290) erwähnten Arten gefunden.

3. Einige weniger wichtige thierische Parasiten.

Weniger wichtige Parasiten.

1. Würmer.

I. Cestoden (Bandwürmer).

Coenurus cerebralis.

§ 246. 1. Coenurus cerebralis ist der Blasenwurm der 30—40 cm langen Taenia Coenurus des Hundes; er findet sich häufig im Hirn- und Rückenmark der Schafe. Nur junge Thiere sind empfänglich, alte immun. Beim Rind ist er seltener, beim Menschen fehlt er. Die sich entwickelnden Blasen, die in 2—3 Monaten ihre volle Ausbildung erreichen (taubenei- bis hühnereigross), sind an der Innenseite mit zahlreichen nach aussen ausstülpbaren Köpfchen versehen (bis 500), die auch Haken besitzen.

Taenia expansa.

2. Taenia expansa. Eine grosse Taenie, die sich oft massenhaft im Darme junger Schafe entwickelt (Bandwurmseuche) und zu kachektischen Zuständen führt; Zwischenwirth unbekannt.

II. Nematoden (Rundwürmer).

Ascaris.

3. Ascaris megalocephala. Der grossköpfige Spulwurm macht bei Pferden oft Darmobstruktien, seltener Darmperforation u. dergl. Beim Rind kommt auch der gewöhnliche Spulwurm des Menschen vor (Ascaris lumbricoides).

Strongylus-arten.

4. Strongylus armatus. Die Embryonen sollen mit dem Trinkwasser in den Wirth (Pferd) gelangen. Die Larven leben in Aneurysmen der Mesenterialarterien; wenn sie dort ausgewandert sind, saugen sie sich im Darm an und werden geschlechtsreif ($\frac{1}{4}$—12 mm).

Strongylus tetracanthus encystirt sich in der Submucosa des Pferdedarmes.

5. Strongylus contortus (Männchen 1—$1\frac{1}{2}$, Weibchen 3 cm lang) erzeugt, massenhaft in dem Labmagen junger Schafe angesiedelt, daselbst eine heftige Entzündung. Die „rothe Magenwurmseuche“ führt zur Abmagerung und öfter zum Tod.

6. Strongylus filaria (Männchen 2—3, Weibchen 8—9 cm lang, fadenförmig, weiss) erzeugt beim Schafe und der Ziege, Strongylus micrurus beim Rinde, Strongylus paradoxus beim Schwein in den von ihnen bewohnten Respirationsorganen, Bronchitis, lobuläre pneumonische Herde und schliesslich bindegewebige, die Würmer umschliessende Knoten. Schafe sterben häufig an den massenhaft auftretenden Parasiten; Schweine und Kühe leiden zwar, überstehen aber meist die Affektion. Die Lungen sind höchst ekelhaft erkrankt. Auch beim Wilde (Reh, Hase u. s. w.) richten Strongylusarten Verheerungen an. Aehnlich wirkt auch Pseudalius capillaris bei Schaf und Gemse. (Vergl. Arthur Müller, Nematoden der Säugethierlunge. Deutsch. Zeitsch. für Thiermedicin 1889.)

Echinorrhynchus.

7. Echinorrhynchus gigas. Der kräftige Wurm (Riesenkratzer) mit seinem mit dornigen Widerhaken besetzten Rüssel bohrt sich bei Schweinen (selten beim Menschen) in die Darmschleimhaut ein, und verursacht daselbst Entzündung und Substanzverlust. Die Jugendform scheint durch Engerlinge in das Schwein zu gelangen.

III. Trematoden (Plattwürmer).

Distomum hepaticum et lanceolatum. § 247. 8. Distomum hepaticum et lanceolatum. Leberegel. 2 nahe verwandte Arten von Plattwürmern finden sich sehr häufig in der Leber der Schafe und Rinder (spärlicher bei Ziege und Schwein), seltener in der Lunge, äusserst selten in den Muskeln, dem subcutanen Gewebe u. s. f. — In einer Leber können 500—1000 Stück enthalten sein. Distomum hepaticum ist $1^1/_2$—4 cm lang, $^1/_2$—1 cm breit. Distomum lanceolatum $^1/_2$—1 cm lang, 1 bis 3 mm breit. Ueber die Form giebt beistehende Abbildung näheren Aufschluss; die Farbe ist lederbräunlich, ihr Hauptaufenthalt sind die erweiterten und verkalkten Gallengänge, aber auch das Parenchym der Leber; oft ist letzteres in grösster Ausdehnung zerstört, nachdem sich zuerst interstitielle Hepatitis, Perihepatitis und Lebercirrhose einstellte. An der Oberfläche sind die Würmer meist mit feinen warzigen Stacheln besetzt. Aus den abgehenden Distomeneiern entwickeln sich im Wasser bewimperte Embryonen, die sich in kleinen Wasserschnecken (Limnaeus minutus) zu Larven (Ammen) weiter entwickeln. In den Larven kommt es zur Entwickelung einer zweiten schlauchartigen Larvengeneration, in denen kaulquappenartige bewegliche Organismen (Cercarien) entstehen, — welche entweder in den Schnecken oder häufiger nach dem Verlassen derselben an Gräsern klebend, eingekapselt, von den weidenden Thieren verzehrt werden.

Aussehen.

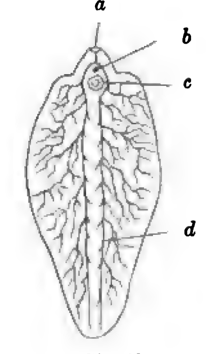


Fig. 98.

Distomum hepaticum $1^1/_2$ f. Grösse.

a = Vorderer Saugnapf.
b = Porus genitalis.
c = Bauchsaugnapf.
d = Darmschenkel.

Entwickelungsgeschichte.

Die Embryonen gelangen durch die Gallengänge in die Leber und in seltenen Fällen in den grossen Kreislauf. Beim Menschen gehört Distomum zu den seltenen Parasiten.

Symptome. Die Anwesenheit zahlreicher Distomumindividuen bringt durch die konsekutive Leberentzündung Anämie, Ascites und schweres Siechthum der Schafe, sehr selten auch des Menschen hervor. Das Rind ist gegen die Leberzerstörung durch Distomum ziemlich unempfindlich. Vergl. Schaper. Deutsche Zeitsch. für Thiermed. 1889. Vollständige Monographie. — In den Muskeln des Schweines ist mehrfach in neuerer Zeit ein kleines Distomum (Grösse einer verkapselten Trichine) gefunden, dessen Bedeutung unklar ist.

2. Gliederthiere.

Pentastoma. § 248. 9. Pentastoma denticulatum, die ca. $^1/_2$ cm lange, platte, längliche, weisse Larve von Pentastoma taenioides, findet sich oft encystirt in den Unterleibsdrüsen und in der Darmwand, frei in der Bauchhöhle und in den Respirationswegen bei Schafen, Rindern und anderen Pflanzenfressern. Das wurmartig aussehende Geschöpf ist kein Wurm, sondern ein milbenartiges Thier (Familie der Acarinae) hat einen aus ca. 80 Segmenten bestehenden, mit Dornen besetzten Leib, 4—6 Füsse mit doppelten Krallen, die einziehbar sind.

Die, wie es scheint, meist durch die Luftwege herausgebrachten Larven entwickeln sich in der Nasen- und Rachenhöhle der hundeartigen Thiere und gelegentlich des Menschen zu 2—13 cm langen vorn breiten, hinten spitzen 90gliederigen Parasiten,

die heftige Reizerscheinung der Schleimhaut und gelegentlich des Hirnes veranlassen. Die massenhaft abgesonderten Eier infiziren Pflanzenfresser und gelegentlich den Menschen.

10. Oestrus ovis. Die jungen Larven der Oestrusfliege werden vom Weibchen in der Nähe der Nasenöffnung von Schafen deponirt, kriechen in die Nasen-, Stirn-, Kiefer-Höhlen, wachsen 3/4 Jahre heran und bedingen beim Auswandern (2—3 cm lang, mit 2 grossen klauenförmigen Mundhaken, 11 gelbbraunen Körperringen) in leichten Fällen bloss Schleimhautkatarrhe, in schweren cerebrale Symptome, ja den Tod (falsche Drehkrankheit). — Andere Bremsenarten können dadurch, dass sich ihre Larven im Magen oder in Hautbeulen u. s. f. der Thiere entwickeln, schädlich werden. Fliegenlarven.

11. Anhangsweise sei hier erwähnt, dass von der Haut der Thiere folgende Parasiten auf den Menschen übergehen, namentlich: Milben.

Sarcoptes scabiei communis = Sarcoptes major Gerlach = grosse Krätzmilbe. Lebt auf Pferde, Hunde, Schafe, Ziegen.

Sarcoptes minor F. und G. Lebt auf der Katze und dem Kaninchen.

Dermatophagus und Dermatocoptes gehen auf den Menschen höchstens vorübergehend über, stets sterben sie rasch ab.

Dermanyssus avium (blutsaugende Vogelmilbe). Selten beim Menschen.

Leptus antumnalis. Ernte- oder Herbstgrasmilbe.

Demodex (Acarus) folliculorum. Beim Hund schwere Hauterkrankung bedingend. Für die Menschen harmlos.

B. Pflanzliche Parasiten.

§ 249. Bisher sind es fast nur Spaltpilze, auf die hier zu prüfen ist. Nur die wenigsten Bakterienkrankheiten der Thiere lassen sich durch eine Betrachtung des Fleisches erkennen; dasselbe ist höchstens auffallend blass, sulzig infiltrirt, oder auch von Blutergüssen durchsetzt. Dagegen macht dem Geübten der ganze Sektionsbefund sehr oft eine Diagnose möglich; immer wird aber eine nach den Methoden der S. 63 u. f. ausgeführte bakteriologische Untersuchung von massgebendem Einfluss auf die Diagnose sein. Bald genügt ein Ausstrichpräparat, bald sind Schnittpräparate anzufertigen, namentlich aber Kulturen und Thierversuche anzustellen. Pflanzliche Parasiten.

Die wichtigsten in Betracht kommenden Krankheiten sind:

1. Tuberkulose (Perlsucht)[1]). Sehr häufig beim Rind, selten beim Kalb, sehr selten bei Schaf, Ziege und Pferd, Katze und Hund, ziemlich häufig bei Schwein und Huhn. Beim Rind verläuft die Tuberkulose meist chronisch unter Bildung zahlreicher kleiner und grosser sarkomähnlicher Granulationsgeschwülste, die namentlich an den serösen Häuten (Pleura-Peritoneum, Zwerchfellüberzug), dann aber auch in der Lunge, den Lymphdrüsen und allen übrigen Eingeweiden ihren Sitz haben. Diese üppigen, anfangs weichen Wucherungen können später verkalken oder bindegewebig schrumpfen, eigentliche Verkäsung ist selten; zuweilen finden sie sich in einem sonst ganz gesunden und wohlgenährten Thiere an einer einzigen Stelle als Symptom einer rein lokalen Er- Tuberkulose.

1) In Bayern werden per Jahr ca. 5000 perlsüchtige Rinder geschlachtet, in Baden sind ca. 1% der geschlachteten Rinder tuberkulös, in Augsburg 2,2%, München 2,7%, Berlin 4,5%, in Kopenhagen 6,0%, in Frankenberg aber 16,6%, in Zittau sogar 22,4%. Schweine sind selten (ca. 1 auf 4000 in Baden), junge Kälber äusserst selten (1 auf 24 000) tuberkulös.

krankung, in anderen Fällen ist dagegen das ganze Thier in allen Organen (ausgenommen Muskeln) von den Knoten durchsetzt; daneben finden sich in den Lungen pneumonische Infiltrationen mit Tendenz zur Verkäsung und eiterigen Einschmelzung, so dass das Bild der Phthise vollkommen entwickelt sein kann. Seltener ist Darm-, Genital-, Euter- etc. Tuberkulose; auch akute Miliartuberkulose ist selten. In vorgerückten Stadien der generalisirten Erkrankung magern die Thiere ab; das Fleisch wird wässerig, das Fett schwindet. —

Die Perlknoten sind absolut charakteristisch; in zweifelhaften Fällen sind mikroskopisch durch Färbung von Ausstrich- oder Schnittpräparaten oder besser durch Einbringung kleiner Partikelchen in die vordere Augenkammer oder das Peritoneum von Kaninchen (Tuberkulöse Iritis, resp. Peritonitis in ca. 4 Wochen) die Tuberkelbacillen nachzuweisen. (Näheres siehe Seite 43, 50, 74, 75, 94.)

Die Bacillen vertragen ziemlich gut in Fleisch (und Milch) starke Eingriffe: 20 Min. eine Temperatur von 60°, 10 Min. von 71° schaden nicht, ebensowenig Trocknen bei 30°. Auch der Fäulniss, dem Einsalzen, dem Alkohol leisten sie lange Widerstand (Galtier, Compt. rend. B. 104 und 105); getrocknete Bacillen sind monatelang lebensfähig.

Pseudotuberkulose.

Zuerst von Eberth, neuestens von A. Pfeiffer (Ueber die bacilläre Pseudotuberkulose der Nagethiere. Leipzig 1889) ist eine Pseudotuberkulose beobachtet, die bei Impfung und Fütterung bei Nagethieren (andere Thiere verschiedener Klasse sind immun) auftritt. Der Erreger ist ein Bacillus, doppelt so lang und dreimal so breit als der Koch'sche Tuberkelbacillus. Derselbe ist sehr leicht auf Gelatine zu züchten, verflüssigt dieselbe nicht, färbt sich am besten mit Methylenblau. Die Verbreitung geschieht namentlich in den Lymphbahnen; die besonders in den Unterleibsorganen entstehenden Knötchen und Knoten beherbergen die Pilze in üppigen Haufen. Das makroskopische patholog-anatomische Bild ist sehr ähnlich der Tuberkulose; die Differentialdiagnose nach dem Gesagten sehr leicht. Auch in Frankreich ist diese verheerende Kaninchen- und Meerschweinchenkrankheit öfters studirt.

Rotz.

2. Rotz = Malleus; Hautrotz = Wurm. = Malleus humidus et farciminosus.

Am Fleische fehlen charakteristische Veränderungen. Von Schlachtthieren sind fast nur Pferde rotzkrank; Ziegen sind gegen diese Infektion ziemlich empfindlich, Schafe weniger, Schweine fast gar nicht. Sonst geht Rotz auf Katzen und Hunde über. Das Rind ist immun. Vergl. auch Seite 94.

Die 3 Hauptsitze der Rotzkrankheit sind bei chronischem Rotz:

1. Nasenscheidewand und übrige Nasenschleimhaut. Rundzellinfiltration mit nekrotischem geschwürigem Zerfall, speckigem Grund und Neigung zur Bildung strahliger, blasser Narben. Daneben besteht Nasenkatarrh, oft nur einseitig. Infiltration der Lymphdrüsen namentlich am Halse.

2. Lunge. Theils disseminirte Infiltration in Form von weisslichen Knötchen (akute Form), theils grössere an Sarkome erinnernde Knoten (chronische Form). Die Granulationsgeschwülste können verkäsen, vereitern, verjauchen, und bindegewebig schrumpfen. Daneben kommen pneumonische Infiltrationen vor. Die Lungenerkrankungen fehlen höchst selten, oft sind sie primär.

3. Haut. Rotzknoten, von geschwollenen Lymphdrüsen umgeben, liegen in verschiedener Tiefe unter der Haut; sie zerfallen später eitrig und bilden, die Haut perforirend, buchtige Geschwüre. — Auch in den inneren Organen, namentlich der Milz, kommen Knoten häufig vor.

Bei akutem Rotz ist eine serös-eitrige hämorrhagische Entzündung der Respirationsschleimhaut mit Geschwürsbildung und Jauchung im Vordergrund, doch können auch Lungen- und Hauterkrankungen dabei auftreten.

Die wichtige Diagnose auf chron. Rotz ist trotz aller Hilfsmittel oft schwierig im Leben zu stellen. Die Färbung der Bacillen in Ausstrichpräparaten verlangt längere Einwirkung

von Löffler's alkalischem Methylenblau. Ueber Kulturen namentlich auf Kartoffel vergl. S. 94. Zur Kontrolle durch Thierimpfung empfiehlt es sich, männliche Meerschweinchen zu wählen; bei Impfung in eine Hauttasche tritt successive ein: Hautgeschwür, Lymphdrüsenschwellungen in der Umgebung, Hodenentzündung, Gelenkentzündungen, Haut- und Nasenschleimhautknoten. Nach 4 Wochen meist Tod.

3. Milzbrand (Anthrax). Milzbrand ist häufig bei Rind, Schaf, selten bei Pferd und Schwein. Die Milz ist auffallend vergrössert, matsch, brüchig, sehr häufig findet sich eine hämorrhagische nekrotisirende Darmentzündung und ziemlich ausgebreitete starke blutig-sulzige Durchtränkung des Unterhaut-Bindegewebes, häufig karbunkulöse Hautentzündungen. Lunge, Leber, Niere hyperämisch und mit Ekchymosen durchsetzt; in akutesten Fällen kann ein fast normaler Sektionsbefund beobachtet werden. Die Muskeln sind oft ganz unverändert; ab und zu ist dunkle Farbe, Durchsetzung mit Hämorrhagien zu beobachten. Auch wenn nur Muskeln zur Untersuchung zu Gebote stehen, wird es der mikroskopischen Prüfung gefärbter Ausstrich- oder Schnittpräparate gelingen, Milzbrandbacillen (Sporen fehlen stets!) zu finden; kleine Blutmengen oder Fleischstückchen auf Kaninchen, Meerschweinchen oder Mäusen subcutan überimpft bringen bei denselben tödtlichen Milzbrand hervor. Milzbrand.

Tavel hat in einem Falle, in dem ein Mensch nach Schinkengenuss tödtlich erkrankt war, in letzterem einen morphologisch mit Milzbrand identischen Pilz nachgewiesen, der aber Mäuse erst nach langer Zeit (bis 31 Tage) tödtete. Auch ist Milzbrand eine sehr seltene Affektion beim Schwein; der Fall ist nicht ganz klar (C. f. Bd. II. 281). — Eine 14tägige unvollständige Salzung reicht nicht — wohl aber eine 1½ Monate dauernde — hin, um in einem Milzbrandschinken die Bacillen zu tödten (Peuch, Comp. rend. 105 p. 285. 1887). Angetrocknete Bacillen ohne Sporen sind nach Koch höchstens 5 Wochen lebensfähig. Sporen bilden sich auch nach dem Tode nur ganz an der Oberfläche des Fleisches bei Luftzutritt. Milzbrandsporen sind äusserst widerstandsfähig, 11 Wochen trotzen sie der Wirkung der Fäulniss.

4. Rauschbrand. Perniciöse Krankheit der Rinder, Schafe, Schweine, Pferde. Von tieferen Haut- oder Schleimhautverletzungen ausgehende (septikämische) Erkrankung. An der Infektionsstelle blutig-sulzige Infiltration des Unterhautzellgewebes, die danebenliegende Muskulatur braun bis schwarz gefärbt, die ganze prominente Beule mit Gasblasen durchsetzt, auf Druck knisternd (rauschend). — Blutig seröse Ergüsse in die Körperhöhlen und das retroperitoneale Gewebe, vielfach Hämorrhagien in den serösen Häuten. Milz normal. Sichere Diagnose durch den Nachweis der kurzen charakteristischen Bacillen (vergl. Seite 95). Kaninchen und Mäuse sind fast ganz immun, Meerschweinchen sterben sicher durch Einbringen kleiner Muskelstückchen unter die Haut. Rauschbrand.

5. Malignes Oedem. Seltenere Rinderkrankheit. Nicht epizootisch, aber sehr verbreitet. Sektionsbefund wie bei Rauschbrand, auch die Gasentwickelung ist meist vorhanden. Malignes Oedem.

Sichere Diagnose durch Nachweis der charakteristischen Bakterien (vergl. S. 95) im Oedem und den Organen; im Leben fehlen sie im Blute, verbreiten sich aber in demselben nach dem Tode. Alle gewöhnlich angewendeten Versuchsthiere sind empfänglich, auch Kaninchen (Unterschied von Rauschbrand).

6. Lungenseuche des Rindes. Interstitielle infektiöse Pneumonie mit sekundärer Hepatisation und Pleuritis. Das Krankheitsbild erinnert an die menschliche Pneumonie; die Neigung zu bindegewebiger Wucherung und Schrumpf- Lungenseuche des Rindes.

ung des gewucherten Gewebes verleiht aber der Lunge, wenn das Thier in späteren Stadien getödet wird, eine besonders derbe charakteristische Beschaffenheit. Ausstossung nekrotischer Theile ist auch nicht selten. Im übrigen Körper fehlen Veränderungen. Die von Poels und Nolen bei Lungenseuche aus den Lungen gezüchteten (runden) Mikrokokken haben Hüllen, sind häufig zu kurzen Reihen angeordnet und sehen in der Gelatinestichkultur Friedländer's Pneumoniepilzen ähnlich doch werden alle Kulturen gelb. Injektion in die Lunge reproduzirt die Krankheit bei Rind, Hund, Kaninchen und Meerschweinchen.

Unter den früher als Schweinerothlauf zusammengefassten perniciösen fieberhaften mit fleckiger Röthung der Haut einhergehenden Schweinekrankheiten sind jetzt 3 unterschieden:

Stäbchenrothlauf.

7. Stäbchenrothlauf. Schweinerothlauf im engeren Sinne. Bild einer septischen hochfieberhaften zu Hämorrhagien tendirenden Erkrankung, heftige Gastroenteritis, Schwellung der Milz und aller lymphatischen Apparate, parenchymatöse Organentzündung. Sichere Diagnose durch die Reinzucht des feinen Bacillus, den Koch als Ursache der Mäuseseptikämie beschrieb (vergl. Seite 87); geeignete Impfthiere: Hausmaus (nicht Feldmaus), weisse Ratten, Tauben; Kaninchen erkranken langsam, Meerschweinchen nicht.

Schweineseuche

8. Schweineseuche. Im Vordergrund steht eine käsige, nekrotisirende, multiple, lobuläre Pneumonie, daneben Parenchymdegenerationen in Leber, Niere, Herz. Milz, Darm und Lymphdrüsen meist nicht hochgradig verändert.

Sichere Diagnose durch Reinkultur der ovoiden Kurzstäbchen, die Koch zuerst als Bacillus der Kaninchensepticämie beschrieb (vergl. Seite 85).

Mäuse und Kaninchen sterben rasch, Meerschweinchen und Ratten sind schwer infizirbar.

Wild- und Rinderseuche.

Durch identische oder höchst nahe verwandte Bakterien werden hervorgerufen: Wild- und Rinderseuche (Bollinger), Hühnercholera und die Brustseuche der Pferde (Kitt, Hüppe), doch ist das Kankheitsbild recht verschieden.

Beim Rind herrscht die exanthematische Form vor. Starke Schwellung der Haut, enorme, sulzige, subcutane Bindegewebsinfiltration, ähnliche Veränderungen an der Mund- und Zungenschleimhaut und ihrer Submukosa. Ueberall Hämorrhagien. Milz normal, ebenso das Blut. Hämorrhagische Enteritis fehlt selten. (Krankheitsdauer 12—36^{h}.)

Beim Wild dominirt die pektorale Form. Sulzige interstitielle Pneumonie, Pleuritis, Perikarditis.

Hühnercholera.

Bei dem Geflügel (Hühnercholera) steht eine hämorrhagische Enteritis mit Epithelabstossung und starkem Flüssigkeitserguss im Vordergrunde. Daneben Hämorrhagien ins Herzfleisch und croupös-hämorrhagische Pneumonie. — Das Fleisch ist oft ganz normal, anderemale dunkelgrauroth und fettig-speckig degenerirt. Sicherste Diagnose durch Einimpfung von Blut in die Brustmuskeln einer Taube, die in 12—14^{h} zu Grunde geht, mit gelblich speckigem Infiltrat an der Impfstelle.

Schweinepest.

9. Schweinepest. Vorwiegend typhusartige nekrotisirende Enteritis. In Amerika, England, Schweden sehr verheerend. Infektionserreger unsicher bekannt.

Pyämie und Septicämie.

10. Pyämie und Septicämie. Im Anschluss an Verletzungen, besonders aber nach Geburten, doch auch kryptogenetisch kommt es häufig zu pyämisch-

septischen Erkrankungen. Der Sektionsbefund ist wie beim Menschen ein ganz wechselnder: In den mehr als Septicämie bezeichneten Formen kann ausser trüber Schwellung und fettiger Degeneration der meisten Organe (Herz, Leber, Milz etc.) jedes andere Symptom fehlen; bei den pyämischen Formen sind namentlich multiple (embolische) Eiterherde im Körper vorhanden (in den verschiedenen Organen) neben Haemorrhagien auf den serösen Häuten. An diesen Prozessen sind jedenfalls eine Reihe von Mikroorganismen betheiligt, einer der wichtigsten derselben scheint der Bacillus enteritidis. (Vergl. Seite 86.)

11. Dysenterie der Kälber. Aehnlich der menschlichen Ruhr, befällt Kälber nur in den allerersten Lebenstagen, tödtet sie oft massenhaft. Aetiologie unbekannt. Dysenterie der Kälber.

12. Diphtherie. Die Diphtherie der Kälber ist nach Löffler durch grosse wellig gekrümmte Bakterien bedingt. Ueber die häufige Geflügel- (namentlich Tauben-) diphtherie vergleiche Seite 86 und 106. Trotz äusserer Aehnlichkeit der verschiedenen Thierdiphtherien mit der typischen menschlichen Diphtherie (vergl. Seite 93) sind die Krankheiten doch ätiologisch ganz verschieden. Diphtherie.

13. Actinomyces bovis, Strahlenpilz. Bollinger entdeckte als gemeinsame Ursache für eine Reihe geschwulstartiger Erkrankungen des Rindes 1877 den Strahlenpilz. (1870—85 in Bayern 105 Fälle sicher beobachtet.) Actinomyces bovis.

Am häufigsten (50 % der Fälle) veranlasst der Pilz am Unterkieferwinkel gewaltige sarkomartige Wucherungen, die, wo sie dem Periost aufliegen, vielfach mit demselben verschmelzen. Auch in den Knochen hinein (diesen stark rarefizirend) wächst der speckige Tumor, immer weichere Inseln enthaltend, in denen gelbe bis gelbgraue hirsekorngrosse Drusen, die Pilzrasen, enthalten sind. Früher wurden solche Bildungen als Osteosarkom (Winddorn = Spina ventosa) bezeichnet; ähnliche Wucherungen in der Zunge (29 % der Fälle) geben zur Bildung der „Holzzunge“ Anlass, aber auch in der Nähe des Oesophagus, in Lymphdrüsen, in der Leber, Lunge, der Brustdrüse u. s. f. ist der Pilz schon gefunden. In letzter Zeit entdeckte man ihn auch vielfach beim Menschen als Ursache chronischer Eiterung. Mikroskopisch zeigen sich die gelben Drusen als Konglomerate verflochtener Rasen von radiär stehenden feinen Hyphen, die an der Peripherie oft gegabelt und stets mit keuligen Anschwellungen versehen sind. Seine botanische Stellung ist noch unklar, Boström, der ihn auf Gelatine und Blutserum in Kulturen mit röthlich gelblichem Centrum und weisslich schimmelartig aussehender Peripherie züchtete, stellt ihn als Spaltpilz zu Crenothrix und Cladothrix (S. 96) und hält die Keulen für Degenerationserscheinung. Gute Zusammenfassung unserer Kenntnisse mit der wichtigsten Litteratur (Curtze, Deutsche Mediz.-Zeitung 1889, Nr. 50—52). Färbbar nach Gram und mit alkalischem Methylenblau. — Siehe auch Bujwid (Cent. f. Bakt. Bd. VI).

Eine zweite verschiedene Actinomycesspecies ist von Dunker im Schweinefleisch gefunden: Actinomyces musculorum suis. Die Rasen liegen in den Muskelfibrillen und zeigen grosse Verkalkungstendenz; vergl. auch Hertwig (C. f. B. I. 209). Das umgebende Fleisch ist bei reichlichem Vorhandensein des Pilzes meist weich, wässerig schlüpferig, blass gelbgrau. Häufig findet man nur noch schwer zu deutende Kalkkonkretionen. Act. musc. suis.

Für viele der wichtigsten menschlichen Infektionskrankheiten sind unsere Schlachtthiere immun, so für: Typhus, Cholera asiatica, Diphtheritis, Scharlach, Masern, Keuchhusten, Malaria.

C. Erkrankungen durch unbekannte Parasiten.

§ 250. 1. Maul- und Klauenseuche (Aphthenseuche). Enorm häufige, meist gutartig verlaufende, ansteckende Krankheit der Rinder, Schafe und Schweine — seltener bei Ziege, Pferd, Hund, Geflügel, sehr selten beim Menschen. Unter Fieber Maul- und Klauenseuche.

kommt es zur Bildung von Blasen und Geschwüren an der Maulschleimhaut (Stomatitis aphthosa), an der Krone und im Spalt der Klauen, zuweilen kommen auch Pusteln am Euter vor. — Speichel und Bläscheninhalt sind Infektionsträger. In den inneren Organen wenig Veränderungen, an Saugkälbern auch Aphthen und Erosionen im Magen und Darmkanal (S. 304).

Wuth.

2. Wuth. Bei der uns hier einzig interessirenden Wuth der Schlachtthiere fehlen charakteristische Veränderungen meist; die Symptome vor dem Tode sind Unruhe, Neigung zum Stossen, Abmagerung, Lähmung. Tod in 4—8 Tagen nach Ausbruch der Krankheit.

Schafpocken

3. Schafpocken. Den Menschenpocken analoge aber verschiedene Krankheit, häufig mit septischen Prozessen bei schweren Fällen komplizirt.

Rinderpest.

4. Rinderpest. Stammt aus Centralasien, verheert auch in Europa gelegentlich die Rindvieh- und Schafbestände. Das Wesen des Prozesses besteht in nekrotisch-diphtheritischen inselartigen Auflagerungen auf dem entzündeten Intestinaltraktus vom Maule bis zum Dickdarm, auch die Trachea und Nasenhöhle bietet ein ähnliches Bild; die Lungen sind hyperämisch. Leber lehmfarbig mürbe, Gallenblase stark gefüllt, parenchymatöse Nephritis. Rinder sterben zu 90—95 %. Schafe etwa 60 % an der Krankheit. Tod der Rinder meist in wenig Tagen unter starker Abmagernng und heftigem Fieber. Infektionserreger unbekannt. Der Mensch ist immun.

IV. Untersuchung eines Fleisches auf Gifte.

Anorganische Gifte.

Organ. Gifte.

§ 251. Soweit es sich hierbei um anorganische Gifte handelt (Medikamente), versucht man den Nachweis nach den Methoden, die unter „Gebrauchsgegenstände“ aufgeführt sind — für organische Gifte sind Spezialwerke (vergl. Seite 108) zu Rathe zu ziehen; nur tüchtige chemische Uebung und Erfahrung hat hier Aussicht auf Erfolg. Einen Begriff von der Vielseitigkeit der unter Umständen hier nöthigen Untersuchungen giebt Seite 306.

Vergiftungsversuche an Thieren.

Vergiftungsversuche mit Fleisch, das durch Ptomaïne giftig ist, resp. mit Abkochungen desselben u. s. f., sind sehr viel aussichtsreicher an Kaninchen, Meerschweinchen und Mäusen, als an Hunden und Katzen; doch sind auch schon gelegentlich mit letzteren Thieren positive Resultate erhalten worden — gegen die Ptomaïne des Bac. enteritidis sind sie allerdings immun.

B. Beurtheilung des Fleisches.

I. Frisches Fleisch.

Eintheilung des Fleisches

§ 252. Die Hygiene theilt das frische Fleisch zweckmässig in 4 Klassen, eine ganz scharfe Abtrennung derselben ist unmöglich:

1. Gesundes Fleisch. Roh und gekocht für Menschen und Thiere unschädlich und appetitlich.
2. Für Menschen und Thiere roh und gekocht unschädliches Fleisch mit mehr oder weniger deutlich ausgesprochenen ekelhaften oder unappetitlichen Eigenschaften.
3. Für den Menschen unschädliches Fleisch kranker Thiere, durch das aber Thierkrankheiten verschleppt werden können.
4. Für den Menschen beim Genuss oder Zerlegen schädliches Fleisch.

§ 253. I. Gesundes Fleisch, roh und gekocht für Menschen und Thiere unschädlich und appetitlich. Die Unterscheidung in Fleisch erster und zweiter Qualität ist zwar für die Hygiene von untergeordneter Bedeutung, aber so praktisch, dass ich sie hier auch angebe. Gesundes appetitliches Fleisch.

Selbstverständlich wird der Fleischkundige auch das hier als Qualität I a bezeichnete Fleisch, je nach Thierrace, Alter, Mästungszustand und vor allem nach der Körperregion, von der es stammt, wieder weiter in Gruppen sehr verschiedener Güte eintheilen. Hierauf kann ich nicht eingehen.

1 a. Fleisch erster Qualität. Fleisch von rationell ernährten ev. gemästeten, weder zu alten noch zu jungen Thieren, die entweder in voller Gesundheit geschlachtet wurden oder die mit folgenden Krankheiten behaftet waren: 1. Qualität.

1. Einzelne Organe enthielten Echinococcus oder Coenurusblasen, Lungenwürmer, Distomum, vereinzelte Miescher'sche Schläuche.
2. Einzelne Organe zeigten pathologische Veränderungen, ohne dass das Gesammtbefinden gestört war, z. B. chronische Herzkrankheiten, eine auf ein einziges Organ beschränkte Neubildung.

Die erkrankten Organe sind nach Seite 302 zu vernichten. Einzelne Distomumexemplare finden sich übrigens mancherorts in sehr vielen Lebern, so dass sie bei der Beurtheilung ignorirt werden. In München ist z. B. keine von Distomum freie Hammelleber aufzutreiben.

1 b. Fleisch zweiter Qualität. Hierher gehört namentlich Fleisch, dem einige Eigenschaften eines Genussmittels fehlen oder gegen das vom Standpunkt der Appetitlichkeit Einwände leichterer Art erhoben werden können. Gewöhnlich wird solches Fleisch auf einer „Freibank" zu billigerem Preise verkauft. 2. Qualität.

1. Von zu alten, zu mageren etc. Thieren; von Kälbern, die noch nicht 8 Schneidezähne haben; von Rindern, die nicht wenigstens 200 Kilo wiegen.
2. Von Thieren mit lokalisirten, vereinzelten, leicht ablösbaren Perlknoten; von solchen, bei denen die eine oder die andere Finne in den Muskeln gefunden wird. Schweinefleisch mit wenig Actinomyces musculorum suis.
3. Von Thieren, die durch chronische Erkrankungen einzelner Organe in ihrer Ernährung zurückgekommen sind.
4. Das Fleisch von Thieren, die wegen frischer Verletzungen nothgeschlachtet sind — die Schlachtung hat spätestens 24 h nach der Verletzung zu geschehen. Eine Andeutung einer Infektion (starke Schwellung, Fieber) schliesst das Fleisch aus. Die verletzten Organe sind zu vernichten.

§ 254. II. Für Menschen und Thiere, roh und gekocht, unschädliches Fleisch mit mehr weniger deutlich ausgesprochenen ekelhaften oder unappetitlichen Eigenschaften: Gesundes, unschädliches, mehr oder weniger unappetitliches Fleisch.

1. Fleisch von intensivem unangenehmen Geruch und Geschmack:
   a) Fleisch von männlichen Zuchtthieren: Stieren, Ebern, Böcken.
   b) Fleisch von Thieren, die durch die Fütterung oder Arzneibehandlung übelschmeckende oder riechende Stoffe abgelagert haben, z. B. durch Verabreichung von: Kampher, Karbolsäure, Petroleum, Schwefelbalsam nach Fütterung mit: Fischen, verdorbenen Oelkuchen etc.

2. Fleisch von Thieren, die mit ekelhaften, aber geschmacklosen Abfällen (z. B. mit dem Fleisch gefallener Pferde) gefüttert werden. Meist nur durch Zeugenaussage nachweisbar.
3. Fleisch ungeborener oder durch Abortus zu früh geborener Kälber gesunder Thiere. Stammen die Früchte von kranken Thieren, so sind sie als gesundheitsschädlich zu betrachten.
4. Fleisch erstickter, d. h. im Wasser, in Rauch verunglückter Thiere. Das Fleisch ist dann dunkelbraunroth, sehr blutreich. Aehnlich verhält es sich mit dem Fleisch der Thiere, die an Apoplexien gestorben sind.
5. Fleisch, das unzweckmässig behandelt ist, z. B. durch Aufblasen des Unterhautzellgewebes. Die eingeblasene Luft und die Luftpilze befördern das Faulen.
6. Fleisch gehetzter Thiere. Ueberangestrengte Arbeitsthiere, besonders aber getriebene fette Schweine gehen zuweilen in wenigen Stunden zu Grunde. Nach Gerlach ist das Fleisch entfärbt, mürbe, die Querstreifung oft unvollkommen, das Blut dickflüssig, Lungenödem und Transsudate in den serösen Höhlen. — Das Fleisch soll sogar schon gesundheitsschädlich gewirkt haben und ist wohl besser in Gruppe IV einzureihen.
7. Das Fleisch gestorbener Thiere, wenn durch ein thierärztliches Zeugniss beglaubigt ist, dass es nicht als geradezu gesundheitsschädlich anzusehen ist.
8. Fleisch und andere thierische Theile, die von thierischen Parasiten enthalten:
   a) solche, die überhaupt nicht, oder wenigstens in dem betreffenden Entwickelungszustand nicht auf dem Menschen überzugehen vermögen: Distomum hepaticum, Echinococcus- oder Coenurusblasen, sehr reichliche Miescher'sche Schläuche oder Schweineactinomyces, Lungenwürmer. — Taenia Coenurus, T. Echinococcus und Lungenwürmer entwickeln sich nicht beim Menschen; Distomum nur, wenn Larven, Echinokokken nur, wenn Eier verschluckt sind;
   b) spontan abgestorbene verkalkte Exemplare von Parasiten, die sonst für den Menschen gefahrbringend wären, z. B. Trichinen, Finnen etc.

Gegen den Genuss dieser Fleischarten ist nichts einzuwenden, auch der Verkauf kann unter richtiger Deklaration zu billigem Preise nicht beanstandet werden. — Hochgradig von Parasiten durchsetztes Fleisch ist als höchst ekelhaft zu vernichten; vor Allem ist zu verhüten, dass Hunde die kranken Organe mit Coenurusblasen und Echinokokken fressen und so die Gelegenheit zur Infektion mit diesen Parasiten weiter verbreiten.

Thierkrankheiten verbreitendes ekelhaftes, aber unschädliches Fleisch.

§ 255. III. Als höchst ekelhaft und das Allgemeinwohl gefährdend ist das Fleisch bei folgenden Krankheiten zu bezeichnen, obwohl dasselbe ohne Schaden vom Menschen genossen werden kann, wenn nur die Schlachtung im Beginne der Erkrankung erfolgte:

Rinderpest,	Stäbchenrothlauf,	Schafpocken,
Lungenseuche,	Rauschbrand,	Schweineseuche (?).

Obwohl das Fleisch sub III niemals, sowohl in rohem als gekochtem Zustand, bisher zu Erkrankungen von Menschen Anlass gab — der Mensch ist gegen die betreffenden Thierkrankheiten immun — ist der Verkehr mit demselben, somit auch das Verzehren desselben in der Regel strengstens zu verbieten — weil durch dieses Fleisch, so lange es roh ist, Thierkrankheiten verbreitet werden können, die den Nationalwohlstand gefährlich bedrohen. Dagegen kann in von der Seuche stark ergriffenen Gegenden der Genuss des Fleisches von im Beginne der Erkrankung geschlachteten vom Thierarzt begutachteten Thieren — selbstverständlich unter Deklaration und im gekochten Zustande — ohne Gefahr für den Menschen gestattet werden. In der That ist dasselbe schon massenhaft bei Thierepidemien, z. B. Rinderpest, ohne Schaden verzehrt wurden. Immer wird aber ein solches Fleisch, wenigstens anfangs, als ekelhaft empfunden werden. Schlachtung im Beginn d. Erkrankg.

In Oesterreich sollen Leute nach Genuss von Fleisch von rothlaufkranken Schweinen erkrankt sein, das nicht genügend gekocht war. Es wird dies kaum der Stäbchenrothlauf gewesen sein, der nach Bollinger und Schottelius das Fleisch nicht schädlich macht. Rauschbrandfleisch wird in Oberbayern vielfach ungestraft gegessen, in Baden ist es verboten. Lemke beobachtete an jungen Hunden starken Durchfall nach der Verfütterung von Rauschbrandfleisch. Ueber Schweineseuche fehlen genaue Angaben.

Erfolgt dagegen die Schlachtung erst in späteren Stadien der Erkrankung, so ist das Fleisch meist so verändert und dermassen ekelhaft, dass schleunigste Vernichtung Pflicht ist. Am besten wird man prinzipiell den Genuss verbieten, so wie deutliche pathologische Veränderungen bei der Schlachtung konstatirt wurden. Häufig liegt in späteren Stadien der Krankheit eine Mischinfektion mit septischen Pilzen vor, so bei Schafpocken. Schlachtung im vorgerückten Stadium der Erkrankung.

§ 256. IV. Als unbedingt schädlich — oder der Schädlichkeit verdächtig — ist zu taxiren, das Fleisch Schädliches Fleisch.

1. aller Thiere, die an Krankheiten gestorben oder wegen Krankheiten (namentlich fieberhafter Natur) nothgeschlachtet wurden, falls kein thierärztliches Zeugniss unter Angaben von Gründen aussagt, dass es geniessbar ist. Hierher gehört auch alles von Blut, ödematöser Flüssigkeit durchtränkte, matsche, gelblich oder sonst abnorm gefärbte Fleisch, Fleisch von abnormem Geschmack und Geruch u. s. f. — wenn es nicht durch thierärztliches Zeugniss in eine der früheren Gruppen eingereiht wird. Prinzipieller Standpunkt gegenüber Fleisch kranker und gestorbener Thiere.

Sofern das Vorhandensein von Krankheiten dargethan ist, die auf das Gesammtbefinden ohne Einfluss sind, kann die Verwendung des wegen Krankheit nothgeschlachteten Thieres zu Genusszwecken gestattet werden z. B. bei Tympanitis durch Aufnahme zu reichlichen oder ungeeigneten Futters, Fremdkörpern in den Luftwegen, unvollendbarer Geburt, Verunglückungen aller Art. Der Thierarzt hat zu entscheiden, ob solches Fleisch unter Kategorie I oder II gehört.

In Sachsen darf nur nach Vorlegung eines thierärztlichen Zeugnisses Fleisch eines Thieres, das länger als 12^h nach einer Verletzung geschlachtet ist, verkauft werden.

Die Hygiene kann nicht das Fleisch von durch Krankheit gestorbenen Thieren als an sich schädlich bezeichnen, namentlich ist ein Tod an Apoplexie (Hirnblutung) einem durch Hirnschuss gleichzurechnen. Doch blutet erstens ein an Krankheit gestorbenes Thier nicht aus, das Fleisch wird dadurch für unsere Begriffe mindestens unansehnlich, wenn nicht unappetitlich, fault auch rasch in Folge dessen; zweitens hat das Volk eine solche instinktive Abneigung vor dem Fleisch krepirter Thiere, dass man wohl zweckmässig am prinzipiellen Verbote des Genusses solchen Fleisches festhält, wenn nicht der beamtete Thierarzt es der Kategorie II einreiht. — Ueber einige Thierinfektionskrankheiten, für die der Mensch immun ist, vergl. S. 302.

Unbedingt für den Menschen gefährliches Fleisch. A. beim Zerlegen.

Besonders gefährlich sind folgende Thierkrankheiten für den Menschen:

A. Beim Zerlegen und Zubereiten des Fleisches sind gefährlich (namentlich beim Vorhandensein kleiner Fingerwunden) Thiere, die erkrankt waren an: Rotz, Tuberkulose, Milzbrand, malignem Oedem, septischen Prozessen, Maul- und Klauenseuche, eventuell auch Actinomyces bovis, Tetanus und Wuth.

Die Rotzbacillen scheinen die gesunde Schleimhaut durchdringen zu können; Umgang mit rotzkranken Thieren ist für den Menschen höchst gefährlich. Fälle von Infektion mit Tuberkulose durch eine Verletzung bei Sektionen und Schlachtungen sind in grösserer Zahl bekannt. Ueber Milzbrand vergleiche Seite 305.

Maul- und Klauenseuche geht durch das Sekret der Bläschen zuweilen auf den Menschen, sei es auf den Wärter, sei es auf den Schlächter, über und führt dann zu einer Krankheit, die mit der der Thiere ganz analog ist.

Bei der Sektion wuthkranker Thiere ist bisher nur einmal eine Infektion am Menschen beobachtet. Muskelfleisch und Blut enthalten das Wuthgift nicht; durch Verspeisen wuthkranker Rinder (was häufig vorkam) ist keine Erkrankung beobachtet. Jedenfalls ist nichts gegen das Schlachten und Verspeisen von Rindern einzuwenden, die nach dem verdächtigen Bisse vor Ausbruch der Krankheit geschlachtet werden.

B. beim Genusse.

B. Beim Genusse ist das Fleisch gefährlich in folgenden Fällen:

α) nur ungekocht.

α) Nur beim Genusse in ungekochtem Zustande gefährlich, durch Kochen verliert sich die Schädlichkeit: Finnen und Trichinen, Tuberkulose, Rotz, Aktinomykose, Maul- und Klauenseuche.

Aus den Finnen von T. solium und mediocannellata entwickeln sich im Darm des Menschen die Bandwürmer.

Trotz der Trichinenschau sterben noch jährlich zahlreiche Menschen an Trichinosis. An Trichinose erkrankten 1883 in Deesdorf und Nienhagen durch das Fleisch eines einzigen trichinösen Schweines 503 Personen mit 66 Todesfällen, 1865 in Hedersleben 337 Personen mit 101 Todesfällen.

Ueber Tuberkulose lauten die Urtheile verschieden. Während Johne aus den in der Litteratur publizirten Fütterungsversuchen schloss, dass 47,7 % der Versuchsthiere durch Fütterung mit dem rohen Fleische tuberkulöser Thiere infizirt wurden, 35,5 % durch den Genuss von 10—15 Min. gekochtem, vertheidigt Bollinger (Deutsche Zeitschr. für Thiermediz. Bd. 14. 1888) die Unschädlichkeit des rohen Fleisches selbst hochgradig tuberkulöser Thiere, wenn sich nicht gerade Tuberkelknoten (eine grosse Seltenheit) in den Muskeln entwickelt hatten. — Kastner hat bei Bollinger 12 Meerschweinchen den ausgepressten Fleischsaft aus den Muskeln hochgradig tuberkulöser geschlachteter Rinder eingespritzt und trotz der Wahl dieser sichersten Infektionsmethode kein positives Resultat erhalten (Münch. med. Woch. 1889). Steinheil (Münch. med. Wochenschrift 1889), der bei Bollinger 18 Kaninchen mit dem Safte des Iliopsoas von an Tuberkulose gestorbenen Menschen injizirte, bekam dagegen lauter positive Resultate. Mit dem Muskelsaft von an Tuberkulose gestorbenen Thieren fehlen zur Zeit Versuche. Zu einer Konfiszirung

des Fleisches jedes Thieres, das tuberkulöse Veränderung zeigt, wie dies in Berlin geschieht und auch an dem internationalen Tuberkulosekongress in Paris mit grosser Mehrheit beschlossen wurde, scheint mir die Veranlassung zu fehlen. Der von Bollinger besonders vertretene Standpunkt dürfte der für die Praxis richtige sein; Thiere mit lokalisirter Tuberkulose kommen unter Kategorie I b (Seite 301) solche mit generalisirter Tuberkulose dürfen höchstens auf Leim und Stearin verabreicht werden.

Rotzerkrankungen an Thieren (namentlich des Katzengeschlechts) durch Fütterung sind beobachtet in zoologischen Gärten; am Menschen ist bisher zwar durch Fleischgenuss noch keine Infektion nachgewiesen (Decroix ass sogar rohes Fleisch ohne Schaden), doch muss an der Infektionsmöglichkeit festgehalten werden (z. B. durch rohe Pferdefleischwurst).

Erkrankungen des Menschen, die sicher auf den Genuss von Actinomyces enthaltenden Organen zurückzuführen sind, wurden bisher nicht bekannt; doch muss namentlich für den Rinderactinomyces unbedingt die Möglichkeit der Infektion zugegeben werden. Immer ist actinomyceshaltiges Fleisch höchst ekelhaft.

In Berlin wird auch das von Schweineactinomyces durchsetzte Fleisch vernichtet, was Johne unnöthig findet.

Maul- und Klauenseuche ist durch den Fleischgenuss bisher nicht sicher auf den Menschen übertragen; gekocht ist das Fleisch sicher unschädlich. Doch dürfte das rohe Fleisch eine vorsichtige Behandlung verdienen, da der Mensch nicht immun gegen die Krankheit ist (vergl. Milch).

β) Sowohl in gekochtem als ungekochtem Zustande ist gefährlich das Fleisch bei: Milzbrand, malignem Oedem, Sepsis. Fleisch, das gekocht und ungekocht schädlich ist.

Gut gekochtes Milzbrandfleisch ist selten gefährlich, da die sporenfreien Bacillen bei 60° absterben und keine grossen Ptomaïnmengen im Fleisch enthalten sind, frisches dagegen sehr. Beim Aufbewahren des Fleisches im warmen Raum (20—25°) bildet jedoch der Bacillus an der Oberfläche des Fleisches Sporen (Schmidt-Mühlheim, C. f. B. VI.), die kurze Zeit (1—5 Minuten) selbst der Siedhitze trotzen, 80° $1/2^h$ gut aushalten. 12 Erkrankungsfälle sind durch Genuss von Milzbrandfleisch 1887 in Deutschland vorgekommen, gegen 78 durch Abhäuten von Kadavern. Bollinger (Zoonosen) berichtet mehrere Fälle, wo die Metzger erkrankten, die Konsumenten gesund blieben. Die Symptome der Infektion des Menschen vom Darme aus sind: Plötzliche schwere Erkrankung mit Mattigkeit, nervösen Symptomen, dann Erbrechen, Diarrhoeen, Cyanose, Kollaps. Hautkarbunkel, Milzbrandödeme können auch bei Infektion vom Darme aus vorkommen. — Ueber malignes Oedem konnte ich keine sicheren Litteraturangaben finden; das Verzehren von an Hühnercholera erkranktem Geflügel hat schon Erkrankung des Menschen bedingt. Milzbrand.

Von der weitaus grössten Bedeutung für die Praxis ist die Giftigkeit des Fleisches von Thieren, die an septisch-pyämischen Prozessen erkrankt waren. Am häufigsten ist die septische Gebärmutter- und Euterentzündung der Kühe, die septische Nabelschnurentzündung und in ihrem Gefolge septische multiple Gelenkentzündung der Kälber unter den hier in Frage kommenden Krankheiten; doch spielen auch unter dem Bilde der septischen Gastro-Enteritis verlaufende Erkrankungen eine wichtige Rolle. Das Fleisch ist meist gekocht und ungekocht schädlich; durch das Kochen wird häufig die Schädlichkeit etwas vermindert, doch hat sich mehrfach sogar die Fleischbrühe intensiv giftig gezeigt. Es enthält dann also das Fleisch neben pathogenen Pilzen deren giftige Stoffwechselprodukte (Ptomaïne). Septische Prozesse.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass wohl verschiedene septische Bakterienarten gelegentlich hier wirksam sein werden. Bisher ist aber erst von Gärtner einmal eine solche Fleischvergiftung sorgfältig bakterologisch studirt, und der (Seite 86 beschriebene) Bac. enteritidis als Ursache gefunden. Die Symptome

waren: Heftiger Magendarmkatarrh (zuweilen mit Blut in den Ausleerungen) mit tiefer Mattigkeit, Herzschwäche bei hoher Pulsfrequenz, Fieber, Gliederschmerzen. Die Sektion zeigte starke Injektion des Dünndarmes, der ziemlich stark schwappend gefüllt ist, kleinere und grössere Blutergüsse in den verschiedensten Organen, namentlich unter die Schleimhaut; die Milz war nicht vergrössert. Karlinski hat neuestens (C. f. B. VI) den gleichen Pilz in Bosnien bei Fleischvergiftungen nachgewiesen.

Verschied. Formen von septischer Fleischvergiftung am Menschen.

Die hier beschriebenen Symptome einer septischen Enteritis beherrschen die Mehrzahl der bekannt gewordenen Fleischvergiftungen; allerdings zeigen die einzelnen Fälle allerlei Abweichungen: Bald treten nervöse Symptome (Augenmuskellähmungen, Pupillenstörungen, Schlucklähmungen etc.) daneben auf, bald erinnert das Bild ganz auffallend an Cholera. In der Gärtner'schen Epidemie kam es in der Rekonvalescenz zur Abschälung der Fingerhaut — anderemale sind Nesselausschläge beobachtet.

„Fleischtyphus".

Eine zweite Gruppe von Fleischvergiftungen tritt unter dem täuschenden Bilde eines Typhus abdominalis auf, hat längere Inkubation (meist 4—9 Tage); bei der Sektion finden sich häufig Befunde, die die Diagnose Typhus abdominalis zu stützen scheinen (Milztumor, Darmgeschwüre).

Gerade die beiden grössten bisher bekannten „Fleischepidemien" gehören hierher (vergl. Die Fleischvergiftungen von Andelfingen [1839, 391 Kranke, 10 Todesfälle] und Kloten [1878, 657 Kranke, 6 Todesfälle], von Dr. J. J. Suter. Hygienische Tagesfragen VI., München 1889).

Jedenfalls handelte es sich trotz aller Uebereinstimmung nicht um Typhus abdominalis, gegen den alle Thiere immun sind, sondern um einen septischen Mikroorganismus von allerdings sehr ähnlichen pathogenen Eigenschaften. In der Klotener Epidemie wurde mit Sicherheit die Ursache in 2 jungen septisch erkrankten Kälbern gefunden. Viele sekundäre Fälle in den Familien der Erkrankten waren besonders merkwürdig.

Vergiftete u. ärztlich behandelte Thiere.

2. Aller Thiere, die unter den Symptomen einer akuten Vergiftung durch organische Gifte verendeten oder mit organischen Giften in grossen Dosen ärztlich behandelt wurden.

Pflanzengifte.

So wurde schon beobachtet: Rindfleisch, das durch Atropingehalt giftig war; giftiges Fleisch von Lämmern, die zu Versuchszwecken mit Krähenaugen getödtet worden waren; in Australien giftiges Fleisch von Hammeln, die durch den Genuss giftiger Cucurbitaceen gestorben waren (Jahresbericht für Pharmak. etc. 1871); giftige Fische, die durch Kokkelskörner vergiftet waren; giftige Schnecken, die Bux gefressen hatten. Eine grosse Dose Niesswurzpulver einem Rind als Arznei von einem Pfuscher gegeben, machte das Fleisch giftig. Durch Verzehren von metallischen Giften (namentlich Blei, Arsen) kann leicht ein Thier krank werden, das Fleisch wird aber kaum giftig davon. Blei findet sich bei allen experimentellen Bleivergiftungen nur in Spuren in den Geweben; Sonnenschein fand in 1 Kilo Fleisch einer Kuh, die in einem halben Jahr 506 g

Anorganische Gifte.

Arsenik als Heilmittel verzehrt, nur 0,4 mg Arsen. Da sich manche Gifte in der Leber und Niere in grösserer Menge finden, so wären jedenfalls diese Organe nebst dem ganzen Darmkanal zu entfernen. Es existiren vom Arsen, namentlich aber von Kupfer und Zink in der That Angaben über hohen Gehalt in der Leber; die Muskeln sind stets sehr arm an dem metallischen Gifte. — Dass Fleisch durch zufällige Bleibeimischung (Verwendung eines bleiernen Hackklotzes etc.) giftig werden kann, ist selbstverständlich.

II. Fleisch in beginnender Zersetzung.

§ 257. 1. Fleisch gesunder, besonders aber kranker Thiere, das in faulige Zersetzung überzugehen beginnt, kann höchst gefährlich werden. Etwas fauliger Geruch zeigt nach Gerlach noch keine schädliche Zersetzung an, wenn das Fleisch von gesunden Thieren stammt — „so bald aber das Fleisch wirklich stinkt, unansehnlich mürbe und schmierig geworden ist, so bald das lockere Bindegewebe zwischen den Muskeln und namentlich zwischen den Muskelbündeln grünlich gefärbt oder ganz zerfallen ist, wodurch das Fleisch auf der Schnittfläche porös erscheint" — muss es als schädlich verworfen werden. Lange vorher ist es natürlich ekelhaft: Haut goût (Seite 285).

Wann ist Fleisch durch Fäulniss schädlich?

Es sind eine Unzahl von Fällen publizirt, in denen Fleisch, Fisch, Pastete, Hummer etc. an einem Tage frisch genossen wurden und wohl bekamen, während die gleichen Speisen einen oder einige Tage später die heftigsten Erkrankungen hervorriefen (vergl. Schmidt-Mühlheim in Zeitschrift für Fleischbeschau und Fleischprodukte 1887, W. 3, 4, 5).

Hier handelt es sich unzweifelhaft um die Bildung von Ptomaïnen durch Bakterien, die auf irgend eine Weise (aus der Luft, durch Berührung mit unreiner Umgebung u. s. f.) in die Nahrung gelangten. Besondere sinnfällige Eigenschaften fehlen solchen „verdorbenen" Speisen meist; es muss deswegen bei der Beurtheilung zweifelhafter Fälle stets mit der grössten Strenge jedes leiseste Anzeichen von Verdorbensein: etwas veränderter Geruch, Geschmack, Farbe, Aussehen, Konsistenz u. s. f. ein für allemal als höchst verdächtig und möglicherweise gefährlich bezeichnet werden. Die Symptome, die durch den Genuss solcher verdorbener Speisen beobachtet werden, haben die grösste Aehnlichkeit mit den durch den Genuss des Fleisches septisch erkrankter Thiere hervorgerufenen; auch hierbei sind die Krankheitsbilder in den einzelnen Fällen je nach den gebildeten Ptomaïnen sehr mannigfaltig.

Merkmale für die Beurtheilung.

Neulich fand A. Pfeiffer und Schmidt-Mühlheim zwischen den Rolllagen eines Lachsschinkens, der trotz durchaus tadelloser Beschaffenheit des Fleisches gesundheitsschädlich gewirkt hatte, einen gekrümmten Bacillus, der schleimige Massen produzirte, und leicht auf künstlichen Nährböden kultivirbar war.

Besonders gefährlich ist das Verzehren des Fleisches kranker (namentlich septisch erkrankter) Thiere, wenn es längere Zeit gelagert hat. Offenbar nimmt

Faules Fleisch septischer Thiere.

die Bildung der Ptomaïne, die im Leben begonnen hatte, nachher noch beträchtlich zu. — Solches Fleisch zersetzt sich besonders schnell; je schneller ein Fleisch fault, um so gefährlicher pflegt es zu sein.

Geschimmeltes Fleisch.

2. Geschimmeltes Fleisch ist ekelhaft und verdächtig.

Leuchtendes Fleisch.

3. Nicht leicht ist es, sich über „leuchtendes Fleisch" ein für alle Mal zu äussern. Bacterium phosphorescens (vergl. Seite 285), das bei uns die Hauptursache des Leuchtens ist, bildet in Bouillon kultivirt, keine Gifte (K. B. Lehmann und Tollhausen, C. f. B. V.); es wird auch, wie wir hörten, leuchtendes Fleisch in Restaurants massenhaft gebraten und ohne Schaden verspeist. Die Entwickelung des Leuchtbacillus bedingt somit an sich keine Gesundheitsschädlichkeit, sie ist auch nicht einmal ein Zeichen abnorm langen Aufbewahrens, hoher Speisekammertemperatur u. s. f. Immerhin ist solches Fleisch unbedingt ekelhaft und niemals die Möglichkeit ausgeschlossen, dass sich neben den unschädlichen Leuchtbacillen andere schädliche Pilze entwickelt haben. Bei starker Fäulniss nimmt stets das Leuchten ab oder erlischt ganz.

Anhang I. Einige Notizen über Wasserthiere.

Wasserthiere, die zuweilen frisch giftig sind.

§ 258. Während in unseren Gegenden kein Säugethier oder Vogel mit an sich giftigem Fleisch vorkommt, werden einige sonst sehr geschätzte Wasserthiere zu Zeiten giftig. Namentlich enthalten beim Barsch (Perca fluviatilis), zuweilen auch beim Hecht und der Quappe (Lota), Rogen und Eierstöcke zur Laichzeit choleriform wirkende Gifte (die Männchen sind dabei meist ungiftig). Miesmuscheln sind zuweilen in toto höchst giftig, besonders aber Leber und Eierstöcke. Für die Miesmuscheln ist nachgewiesen, dass der Aufenthalt der Thiere in faulem Wasser Schuld an der Giftigkeit ist (in reinem Meerwasser verliert sie sich) (Schmidtmann), für die Fische ist ähnliches für manche Fälle denkbar.

Miesmuscheln.

Barsche.

Giftige Barsche zeigen gar keine besonderen Merkmale, giftige Miesmuscheln sollen meist dünnschalig, nicht dunkelblau sondern bräunlich, das Fleisch und sein Alkoholauszug orangegelb sein, der Geruch meist an das Watt erinnernd. Muscheln dieses Aussehens sind nicht zum Genusse zuzulassen, den exakten Entscheid ergiebt nur der Versuch am Kaninchen (Injektion von konzentrirter Muschelabkochung unter die Haut). Brieger hat mehrere Ptomaïne aus giftigen Miesmuscheln dargestellt.

Analoge Beobachtungen sind über giftige Austern, Garneelen, Krabben etc. gemacht.

Zur Unterscheidung frischer Fische von nicht frischen dienen folgende Merkmale:

	Kiemen	Fleisch	Augen	Spec. Gewicht.
Frische Fische	Frischroth, Geruch beim Auseinanderziehen der Kiemenspalte ist frisch.	Derb, fest an den Gräten.	vorstehend, prall, Hornhaut durchsichtig.	Sinken i. Wasser unter.
Nicht frische Fische	Blass, gelblich oder graulich-röthlich, (Zuweilen betrügerisch gefärbt.) Geruch: unangenehm.	Matsch, löst sich leicht von den Gräten. Fingereindrücke bleiben stehen.	eingesunken, Umgebung geröthet, Hornhäute trübe.	Schwimmen auf Wasser.

Frische Fische und faule Fische.

Nicht frische, kranke oder gar gestorbene Wasserthiere (Fische, Krebse, Muscheln u. dergl.) sind als ekelhaft und unter Umständen sehr gesundheitsgefährlich zu bezeichnen. Elsner nennt an der Saprolegniapest gestorbene Krebse gesundheitsschädlich. — Ueber mit Kokkelskörnern getödtete Fische siehe Seite 306.

Anhang II. Eier (Hühnereier).

Eier.

§ 259. Bekanntlich sind frische Eier durchscheinend, wenn man durch die röhrenförmig zusammengelegte Hand durch dieselben gegen den hellen Himmel blickt; angebrütete oder angefaulte dagegen lassen das Licht schlecht durch. Frische Eier sinken sofort in einer 5—10%igen Kochsalzlösung unter, alte — die durch Wasserverdunstung und Luftaufnahme an Gewicht verloren — schwimmen mehr oder weniger vollkommen. — Das Eiweiss von in Kalkmilch aufbewahrten oder sonst sehr lange gelagerten Eiern verliert die Fähigkeit, sich zu Schnee schlagen zu lassen.

So lange ein Ei noch nicht durch den Geschmack und Geruch als verdorben erkannt wird, dürfte es kaum jemals schädlich sein. Angebrütete Eier sind ekelhaft, aber nicht gesundheitsschädlich, wenn sie frisch sind. — Aufbewahrtes Hühnereiweiss kann durch Ptomaïnbildung sehr schädlich werden. (Glasmacher, Berl. klin. Wochenschr. 1886.)

Litteratur.

Siehe am Schlusse des folgenden Abschnitts Seite 316.

VII. Abschnitt.

Fleischpräparate und Fleischkonserven.

1. Wurst.

Definition. § 260. Bei der Bereitung von Wurst füllt man in die gereinigten Därme (seltener Blase oder Magen) von Rind und Schwein, in neuerer Zeit auch in Pergamenthülsen, gehacktes Fleisch, resp. Blut und Eingeweide (Leber, Lunge, Herz) der verschiedenen Schlachtthiere, nebst Salz und Gewürzen.

Wurstsorten Die nähere Zusammensetzung der Würste variirt nach den einzelnen Gegenden enorm; folgende Typen kehren aber stets wieder:

1. Fleischwurst. Schweinefleisch, resp. Kalbfleisch, Rindfleisch und Fett. Geräuchert, gekocht oder gebraten.
   Hierher: Cervelatwurst, Lyoner-, Regensburger-, Gothaerwurst, Schinkenwurst, Knoblauchswurst, Frankfurter Bratwurst etc. Wird die Füllung vor der Einführung in die Därme gebraten, so entsteht die Knackwurst.
2. Blutwurst. Vorwiegend Schweineblut und fettes Schweinefleisch. Kommt noch viel Knorpel und Speck dazu, so entsteht der Schwartenmagen.
3. Leberwurst[1]). Leber, Niere, Netz, Sehnen, Knorpel werden fein gehackt gemischt. Wird wie die vorige gekocht oder gebraten.
4. Weisswurst. Schweine- und Kalbfleisch mit Beimischung von Zwiebeln und Weissbrot und Milch. Gekocht.
   Als Zuthaten finden stets Salz und Pfeffer Verwendung, daneben noch in buntester Abwechselung: Piment, Salpeter, Koriander, Lorbeer, Nelken, Zwiebel, Knoblauch, Schnittlauch, Pistacien, Basilicum, Majoran, Trüffeln, Sardellen etc.

Konservirng. Die Konservirung geschieht, je nachdem die Würste für längeres oder kürzeres Aufbewahren berechnet sind, nach verschiedenen Methoden:

1. Würste für raschen Konsum werden:
   a) gekocht oder wenigstens 20 Minuten bei 70° gehalten (gebrüht),
   b) geräuchert,
      α) im Rauch 1—1½ h lang. Um die Runzeln zu entfernen, werden sie nachher gebrüht,
      β) durch die „Schnellräucherung". Vergl. 2b.

---

[1]) Leberkäse ist ein Gemisch von Leber, Blut mit Mehl und Semmel; wird nicht in Membranen gefüllt, sondern stellt eher eine Art billiger Pastete dar. Die Beurtheilung dieses billigen Produkts (in München sehr beliebtes Volksnahrungsmittel) fällt nicht unter Wurst.

2. Würste für längere Aufbewahrung werden stets sorgfältiger geräuchert und zwar:
   a) in Papier oder Leinwand eingehüllt (um Russablagerung darauf zu vermeiden) längere Zeit in den Rauch gehängt;
   b) mehrmals in kurzen Intervallen mit einer Mischung von 1 Th. Holzessig auf 3 Th. Wasser bestrichen.
   An einem warmen Orte lässt man den Holzessig in die Wurst einziehen und erneuert dann den Anstrich. In 1 Tag ist der Prozess vollendet. Diese Methode wird jetzt im Grossbetriebe fast ausschliesslich angewendet.
3. Auch Borpräparate werden neuerdings zur Wurstkonservirung verwendet; vielleicht wirkt auch der Salpeter etwas konservirend.

Es liegt auf der Hand, dass bei der Wurstfabrikation eine grosse Menge minderwerthiges, als solches schlecht verkäufliches Fleisch Verwendung findet, z. B. Bauchmuskeln, Hals[1]) etc. Hiergegen ist auch nichts einzuwenden, dagegen machen andere Verhältnisse eine strenge hygienische Kontrolle nöthig. Am wichtigsten ist die Untersuchung auf den Gehalt an Wasser, Stärke, fremde Farbstoffe, auf die Verwendung kranken Fleisches, verdorbenen Fleisches, schlechter Därme und auf Frische der Wurst. Minderwerthiges Fleisch.

A. Untersuchung der Wurst.

I. Untersuchung der chemischen Bestandtheile.

§ 261. 1. Wassergehalt. Etwa 20 g werden möglichst vertheilt und ausgebreitet bei 100° in etwa 24ʰ getrocknet und gewogen. Wassergehalt.

2. Fett- und Eiweissgehalt wenn nöthig nach Seite 252 u. folg.

3. Stärkemehl. In neuerer Zeit hat sich vielfach der Brauch ausgebreitet, der Wurstmasse etwas Stärke, 2—5 % (bis 20!), zuzusetzen. Stärkemehl.

Nachweis. Beim Betupfen mit Jodjodkaliumlösung färbt sich die Schnittfläche solcher Würste blau; das Mikroskop lässt in ungekochten Würsten schwarzblaue Schollen, in gekochten mehr diffuse blaue Färbung erkennen, da die Stärke verkleistert. Die qualitative Prüfung ist stets sicher, so wie sie kräftig ausfällt; geringe Stärkemassen enthält jede Wurst in den Gewürzen (Pfeffer), doch genügen dieselben nie, um eine makroskopische diffuse Blaufärbung der Schnittfläche durch Jod zu erzielen. — Die quantitative Prüfung geschieht durch Umwandlung der Stärke in Zucker (Seite 265).

4. Farbstoffe. Man extrahirt mit Aethyl- oder Amylalkohol; löst sich etwas mit deutlich rother Farbe, so sind künstliche Farbstoffe nachgewiesen; doch sind auch Farbstoffe verwendet worden, die so nicht aufzufinden waren (z. B. Cochenille in Ammoniak löslich). Farbstoffe.

5. Organische Gifte. Ptomaïne. Vergl. Seite 78 und 79. Ptomaïne.

Die Untersuchung kann bei Wurst besonders leicht nöthig sein, ist aber nur von einem Chemiker von Fach zu unternehmen. Vergl. auch Ehrenberg

[1]) Als ekelhaft muss bezeichnet werden, wenn bei der Schlachtung gefundene Kalbsembryonen mitgehackt werden; sehr gefährlich kann die vielfach übliche voreilige Verwendung des beim Schlachten aufgefangenen Blutes von Thieren sein, die nachträglich bei der Sektion als krank beanstandet werden.

(Z. f. physiol. Chem. 1887. Bd. XI) und Brieger (Zeitschr. f. Fleischbeschau 1888. No. 9). „Wurstgift" ist kein einheitlicher oder konstanter Körper.

II. Untersuchung auf die Verwendung des Fleisches kranker Thiere und auf Frische.

Thierische Parasiten.

§ 262. Thierische Parasiten. Ueber Trichinen vergl. Seite 288.

Finnen sind nach folgender Methode unschwer zu finden (Schmidt-Mühlheim): Man setzt in einem Spitzglase zu ca. 10 g Wurst ca. 100 cbcm $^{1}/_{2}$ % Salzsäure und 5 cbcm Pepsinglycerin (erhalten durch Stehenlassen der Schleimhaut eines gereinigten Schweine- oder Hundemagens mit Glycerin während 8 Tagen) und lässt unter mehrfachem Umrühren 4—6^{h} bei 40° stehen. Während das Fleisch und die Cysticercusblasen gelöst werden, das Fett oben aufschwimmt, sinken die von Pepsin kaum angegriffenen Finnenkopfzapfen als reiskornähnliche Massen zu Boden, eine deutliche Querfurchung zeigend. Mit Präparirnadeln lässt sich der Kopf abtrennen, der in verdünntem Glycerin unter dem Mikroskope (ca. 100fache Vergrösserung) die Saugnäpfe und, wenn es sich um Cysticercus cellulosae handelt, die Haken erkennen lässt. Schwieriger ist es, im Sediment die Membranstücke zu finden mit den kleine Haken tragenden Köpfen von Echinokokkus.

Geruch, Geschmack.

Geruch, Geschmack, Konsistenz und Farbe sind sorgfältig zu prüfen.

Bakteriol. Untersuchg.

Bakteriologische Untersuchungen (vergl. S. 285) ergeben sehr hohe Pilzzahlen. Deetjen (Dissertat. Würzburg 1890) fand in meinem Laboratorium in frischer „Lyonerwurst" je nach der Dauer des Kochens in 1 Gramm:

ungekocht ganz frisch 1,894,000 Spaltpilze; ungekocht 4 Tage aufbewahrt 6,654,000,
selbst $^{1}/_{4}{}^{h}$ gekocht 61,000 „
selbst $^{1}/_{2}{}^{h}$ gekocht 9000 „

Aus dem Geschäft (genussfertig) frisch bezogen im Winter 324,000—448,000, im Sommer besser gekocht 14,000—37,000. Sporentragende Bacillen in wenigen Arten dominirten. In tadelloser Gothaer Cervelatwurst wurden bis 5$^{1}/_{2}$ Millionen gefunden, offenbar wegen des längeren Aufbewahrens.

B. Beurtheilung der Wurst.

Wassergehalt.

§ 263. 1. Wassergehalt. Es kommen vielfach sehr wasserreiche geringwerthige Würste in den Handel (mit und ohne Stärke).

Trillich fand in München in ordinären Fleischwürsten 63—79 % Wasser, ein Wassergehalt von über 70 % charakterisirt diese Würste als minderwerthig.

Weitere Untersuchungen stehen aus. König betrachtet 56,6 schon als das Maximum, 40—50 % als den normalen Wassergehalt guter Würste.

Es ist selbstverständlich, dass wasserreiche Würste dem Verderben in höherem Maasse als andere ausgesetzt sind und auch deswegen zu beanstanden sind. Es scheint, dass für billige Würste die Prüfung des Wassergehaltes am wichtigsten ist.

2. Stärkemehlzusatz (der seltnere Semmelzusatz ist ebenso zu beurtheilen). Nach der Angabe der Fabrikanten bezweckt der Stärkezusatz: Stärke.

1. Die Wurstmasse besser bindend zu machen.

2. Das Aussehen zu verschönern.

Die geheime Absicht beim Stärkezusatz ist daneben noch:

1. Einen Theil des theueren Fleisches durch billige Stärke zu ersetzen.

2. Stärker wasserhaltige und dabei ansehnliche Würste zu erzielen.

3. Auch aus geringwerthigem, schlechtbindendem Fleisch gutbindende Wurst zu machen.

4. Die Wurst gegen das Austrocknen beim Aufbewahren zu schützen, stärkefreie Wurst verliert 10—15 % Gewicht in 3—4 Tagen, stärkehaltige angeblich beträchtlich weniger.

Punkt 1, 3 und 4 beruhen auf richtigen, wenn auch gewinnsüchtigen Erwägungen, in Betreff des Punktes 2 ist aber folgendes zu bemerken:

Allerdings hält eine Wurst, wenn sie zum Genusse eine Zeit lang gekocht wird, entschieden mehr Wasser (20—25 % mehr Wasser als im rohen Zustand) zurück, wenn sie 3—5 % Stärkezusatz erhält, wie Naumann und Lang (Chem. Zeitg. IX, 97) fanden. Selbstverständlich ist demnach die gekochte Stärkewurst voluminöser und schwerer. Wird dagegen die Wurst, wie in Süddeutschland (speziell München) vielfach üblich, nicht wirklich gekocht, sondern nur 20—25 Minuten in Wasser von 70° gelegt, so ist der Stärkegehalt (1—10 %) ohne Einfluss auf die wasserzurückhaltende Kraft; selbst absichtlich mit sehr wässerigem Füllsel (bis 79 % Wasser) hergestellte stärkefreie Würste verloren nur ½ bis 3½ Prozent ihres Wassers dabei und die mit Stärkezusatz hergestellten verhielten sich ebenso (Trillich, VI. Versammlung d. f. V. bayerischer Chemiker, 1887). Verhältniss von Stärkegehalt und wasserzurückhaltender Kraft.

Die höheren Gerichtshöfe haben sich vorwiegend gegen das Gestatten eines Mehlzusatzes ausgesprochen:

1. weil er bei Verwendung guten Materials unnöthig ist, (renommirteste Wurstfabrikate wurden stets stärkefrei gefunden),
2. weil er eine Täuschung des Publikums mindestens durch Ersatz von Fleisch durch Mehl, oft sogar von Fleisch durch Wasser bezweckt.

Vergl. Bollinger Zeitschrift für Thiermedizin III. 1877.

Hygienische Gründe sprechen ausser der Verminderung des Nährwerthes keine dagegen — doch genügt diese, um den Arzt zum Gegner zu machen. Es hat sich bisher nicht ergeben, dass Kleisterwürste rascher verderben.

3. Farbstoffe. Selbst die Anwendung unschädlicher Farbstoffe zur Färbung der Wurstmasse ist zu beanstanden. Ist der Farbstoff auch ungiftig, so verräth doch seine Verwendung mit Wahrscheinlichkeit das Bestreben, ein minderwerthiges Fabrikat besser erscheinen zu lassen. Ein minderwerthiges wird aber nicht selten auch ein schädliches Fabrikat sein. Reichardt (Arch. für Pharmacie 1873) beschreibt die Erkrankung einer ganzen Familie durch gefärbte arsenfreie (!) Wurst. Farbstoffe.

Salpeter.

4. Zur Erzielung einer schönen rothen Farbe des Fleisches bedient man sich allgemein des Salpeterzusatzes.

Nachweis: Der qualitative Nachweis geschieht im Wasserauszug nach Seite 209. Rabuteau empfiehlt (Gaz. méd. de Paris 1874) den Wasserextrakt zur quantitativen Bestimmung mit Bleiacetat zu fällen, das Filtrat mit Soda zu entbleien und wieder zu filtriren. Dampft man das Filtrat nun zur Trockne und extrahirt mit absolutem Alkohol, so bleiben die Nitrate so rein zurück, dass sie in Wasser gelöst nach Seite 210 bestimmt werden können. — Kleine Salpetersäuremengen können aus dem verwendeten Wasser stammen.

Quantitative Angaben über den Salpetergehalt von Fleischkonserven habe ich keine finden können, wahrscheinlich genügt sehr wenig Salpeter zur Rothfärbung des Fleisches.

Beurtheilung. Salpeter ist ein kräftig giftig wirkender Körper. 5 g können schon ernstes Unwohlsein hervorbringen; ja 8 g, öfters allerdings erst 15—25 g, sind schon öfters tödtlich gewesen. Ueber akute und chronische Salpetervergiftung durch Fleischgenuss enthält die mir zugängliche Litteratur nichts. Die Frage über die hygienische Bedeutung des Salpeters scheint noch sorgfältiger Untersuchung zu bedürfen.

Fleisch kranker Thiere.

5. Verwendung des Fleisches kranker Thiere. Alle Umstände, welche frisches Fleisch schädlich oder mehr minder ekelhaft machen, schliessen dasselbe prinzipiell von der Verwendung zu Wurst aus. Bei der schwierigen Kontrolle der Wurst muss die Hygiene verlangen, dass nur Fleisch von Kategorie Ia und b verwendet werde.

Schon oft haben frische Würste giftig gewirkt, namentlich wenn Fleisch septischer Thiere verwendet wurde, besonders rohe oder unvollkommen gekochte und gebratene Würste. — Fleisch gesunder Pferde ist als Wurstmaterial hygienisch nicht zu beanstanden, seine Verwendung muss aber dem Käufer angezeigt werden.

Därme kr. Thiere.

Ebenso sind Därme kranker Thiere als äusserst ekelhaft und event. gefährlich auszuschliessen, man denke z. B. an solche mit tuberkulösen Geschwüren.

Verdorbene Würste.

§ 264. 6. Verdorbene Würste. Der leiseste Verdacht einer Verderbniss, die geringsten Veränderungen des Geruchs, Geschmacks, der Farbe und Konsistenz einer Wurst schliessen sie vom Konsum aus. Die furchtbaren Gefahren der Wurstvergiftung müssen uns bestimmen, den allerstrengsten Standpunkt einzunehmen. Die giftigen Würste sollen meist matsch, schmierig, breiig sein, säuerlich und leicht faulig riechen und schmecken. Die Farbe ist meist von röthlich in graulich verändert. Es sind übrigens Fälle beschrieben, in denen Wurst von angeblich ganz unverdächtigen Eigenschaften schädlich wirkte. Bisher fehlen sichere Erkennungszeichen für giftige Würste.

Die Veränderungen beginnen namentlich im Inneren der Wurst, wohin die konservirende Wirkung des Rauches am wenigsten gedrungen ist; dicke und lange aufbewahrte Würste sind namentlich gefährlich. Kussmaul beschrieb einen Fall, wo das Fleisch einer kranken Kuh ohne Schaden genossen wurde, ein aus Theilen der Kuh bereiteter Schwartenmagen aber sehr bald die heftigsten Vergiftungen erregte. (Arch. f. Klin. Med. Bd. 4.)

Die Symptome der Wurstvergiftung sind in den einzelnen Fällen ziemlich verschieden, selten fehlen aber: gastroeënteritische Erscheinungen, grosse Mattigkeit, Trockenheitsgefühl im Schlunde, Lähmungen verschiedener Muskeln, namentlich des Auges, auch Schlucklähmung. Bewusstseinstörungen u. s. f. sind ebenfalls häufig beobachtet.

2. Büchsenfleisch und andere Büchsenkonserven aus dem Thierreiche.

§ 265. Ist der Inhalt der Büchsen von frischem Geruche und unverdächtigem Geschmacke, so wird sich eine Untersuchung namentlich zu erstrecken haben auf: Büchsenfleisch und andere Büchsenkonserven.

1. Wasser, Fett, Eiweiss und Kochsalzgehalt zur Beurtheilung des Nährwerthes.
2. Auf Konservirungsmittel: Borsäure, Salicylsäure, Salpeter.
3. Auf Metalle, die aus den Büchsenwandungen in Lösung gingen: Blei, Zinn, Zink, Kupfer. Vergl. Gebrauchsgegenstände.

Schützenberger und Boutmy fanden in 16 Büchsen mit Fleischkonserven, wobei sie bloss die den Wandungen anliegende Schicht untersuchten in 100 g: 5—125 mg Zinn, 8—148 mg Blei, ansehnliche Spuren Kupfer. Ein grosser Theil stammt wohl aus dem Loth.

Eine Untersuchung auf Finnen und Trichinen ist ohne besondere Schwierigkeiten wie bei Wurst auszuführen; Fleisch kranker Thiere dürfte meist nicht zu erkennen sein. Natürlich müsste jede Andeutung von Blutergüssen in die Muskeln oder ähnlichen pathologischen Symptomen zur Beanstandung als ekelhaft und der Gesundheitsschädlichkeit verdächtig führen. Ist der Inhalt der Büchsen verdorben, riecht er (namentlich beim Kochen), oder schmeckt er verdächtig, so ist er für höchst gefährlich anzusehen. Auch der ursprünglich frische Inhalt von Büchsen kann beim Offenstehen an der Luft durch Ptomaïnbildung giftig werden, so war z. B. nach Camus (Rev. d'Hygiène 1887) die erste Hälfte des Inhalts einer Hummerbüchse unschädlich, der Rest einige Tage darauf sehr giftig.

Alles Gesagte gilt auch von dem gewöhnlichen Pökelfleisch, bei dem noch zu berücksichtigen ist, dass indem durch Diffusion Kochsalz (bis 5 %) in das Fleisch eindringt, etwas Eiweiss und beträchtliche Mengen Extrativstoffe und Fleischsalze ausgezogen werden.

3. Getrocknetes und geräuchertes Fleisch (Schinken etc.).

§ 266. Es kommen hier keine neuen Gesichtspunkte bei der Untersuchung in Betracht, strenge Beurtheilung ist auch hier Pflicht, wenn auch durch Trocknen und Räuchern die meisten Parasiten leiden (Seite 288 u. 291). Ptomaïnvergiftungen durch verdorbenen Schinken sind auch schon in ziemlicher Zahl beobachtet. — Sehr leicht nimmt künstlich getrocknetes Rindfleisch durch geringe Zersetzung des Fettes einen mehr weniger unangenehmen Geruch und Geschmack an, woran (neben anderen Gründen) bisher alle Bestrebungen, Fleischpulver (Carne pura etc.) als Volksnahrungsmittel einzubürgern, gescheitert sind. Getrocknetes und geräuchertes Fleisch.

4. Konservirte Fische.

Konservirte Fische.

§ 267. Bei Fischkonserven handelt es sich bisher selten um eine andere Untersuchung als durch die Sinne; strengste Beurtheilung des im geringsten Verdächtigen ist Pflicht, da verdorbene, namentlich schlecht konservirte Fische schon oft zu den schwersten Massenerkrankungen Anlass gaben. Die Vergiftungen sind besonders in Südrussland nach dem Genusse von in Gruben aufbewahrtem eingesalzenem Stöhrfleisch erfolgt; die Symptome sind die der Fleisch- und Wurstvergiftung, Litteratur bei Senkpiehl.

Leuchtende Fische. RotheStockfische.

Leuchtende Fische sind wie leuchtendes Fleisch zu beurtheilen; ebenso scheint die häufig beobachtete, auf Pilzen beruhende Rothfärbung der Stockfische, an sich keine Giftigkeit derselben zu bedingen, macht aber den Fisch ekelhaft.

Litteratur über Fleisch und Fleischprodukte.

Litteratur.

Schmidt-Mühlheim, Adolf, Handbuch der Fleischkunde, 326 S. mit 36 Holzschnitten. F. C. W. Vogel. Leipzig 1884. Eingehende, zusammenfassende Darstellung. Sehr wenig Citate; vollständige Sammlung der einschlägigen Gesetze.

Gerlach. A. C., Die Fleischkost des Menschen. Berlin 1875. Sehr zahlreiche Litteraturangaben. Theilweise veraltet.

Falk, C. Ph., Das Fleisch. Handbuch der wissenschaftlichen und praktischen Fleischkunde. Marburg 1880.

Kämmerer, Ueber Konservirung von Fleisch und Fleischwaaren. 6. Versammlung der bayer. Vertret. der angew. Chemie in München 1887. Hier ist auch einige Fleischereilitteratur citirt.

Senckpiehl, Ueber Massenerkrankung nach Fleischgenuss, namentlich durch Wurst und Fischgift. Dissertation. Berlin 1887. Fleissige, gedrängte Litteraturübersicht mit genauen Citaten.

Heller, Invasionskrankheiten | Bollinger, Zoonosen } Band III von v. Ziemssen's Handbuch der speziellen Pathologie und Therapie. Zweite Auflage. Viel Litteratur. Bollinger's Arbeit vielfach bahnbrechend.

Leuckart. Die menschlichen Parasiten. 2 Bände. Erster Band in zweiter Auflage. Sehr gründlich und ausführlich, sehr vielfach Originalarbeiten. Quellenwerk mit vielen Holzschnitten. Leipzig.

Friedberger und Fröhner. Lehrbuch der speziellen Pathologie und Therapie der Hausthiere. 2 Bände. Stuttgart, zweite Auflage 1889. Sehr inhaltreich, kritisch, sorgfältige Litteraturübersichten.

Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Herausgegeben von Uhlworm, Kassel.

Schmidt-Mühlheim. Der Verkehr mit Fleisch und Fleischwaaren und das Nahrungsmittelgesetz vom 14. Mai 1879.

Johne, A., Der Trichinenschauer. Berlin, zweite Auflage, 1889. Kurzer, vollständiger, gut illustrirter Leitfaden zur mikroskopischen Fleichschau im weiteren Sinne. Besonders eingehend sind die Finnen und die Organismen, die etwa mit ihnen verwechselt werden können, behandelt.

Deutsche Zeitschrift für Thiermedizin. Herausgegeben von Bollinger. Leipzig. Bisher 16 Bände. Originalartikel und Referate aus dem ganzen Gebiete der Thierpathologie.

Zeitschrift für Fleischbeschau und Fleischproduktion. Heisst jetzt „Archiv für animalische Nahrungsmittelkunde". Herausgegeben von Schmidt-Mühlheim in Wiesbaden. Bisher 5 Bände. Originale und Referate in gedrängter Form über das ganze Gebiet orientirend.

VIII. Abschnitt.

Die Milch[1]).

§ 268. Die Milch ist eines unserer wichtigsten Nahrungsmittel; es werden aber auch wenige Nahrungsmittel, begünstigt durch die Gleichgültigkeit der Käufer, in dem Maasse und der Häufigkeit wie die Milch aus Unverstand, Bequemlichkeit oder Gewinnsucht in einem Zustande zum Verkaufe angeboten, gegen den die Hygiene sowohl wie die Nationalökonomie sich verwahren müssen. Milch.

Aus 4 Gründen verdient die Milchkontrolle unsere ganz besondere Aufmerksamkeit: Gründe, welche die hyg. Kontrolle wichtig machen.

1. Da Milch als Nahrungsmittel für das empfindliche Kindesalter dient.
2. Da die landläufigen betrügerischen Manipulationen den Nährwerth dieses ausgezeichneten Nahrungsmittels beträchtlich herabsetzen.
3. Da die Milch für sehr viele Mikroorganismen einen vorzüglichen Nährboden darstellt, und in Folge dessen leicht sowohl Intoxikationen wie Infektionen durch Milchgenuss entstehen können.
4. Weil endlich auch die frische Milch kranker und unzweckmässig genährter Thiere gelegentlich zu Infektionen und Intoxikationen führen kann.

A. Untersuchung der Milch.

I. Prüfung der sinnfälligen Eigenschaften.

§ 269. Gute Kuhmilch soll weiss mit schwachem Stich in's Gelbliche sein, undurchsichtig homogen, ohne Flocken, Klümpchen etc. Je undurchsichtiger eine Milch ist, um so höher ist im Allgemeinen ihr Fettgehalt (vgl. aber Seite 322). Der Geschmack und Geruch ist schwer zu beschreiben, doch allbekannt. Wässerige (gewässerte oder abgerahmte) Milch ist mehr bläulich von Farbe; ein Tropfen auf den Daumennagel gebracht ist durchscheinender als bei guter Milch und zeigt mehr Neigung zum Verlaufen (Nagelprobe). Sinnfällige Eigenschaft.

Durch Pilzentwickelung, angeblich auch durch Futterstoffe, färbt sich die Milch öfters auffallend gelb, roth oder blau, näheres Seite 343 u. 344; lässt man sie im Spitzglase stehen, so setzen sich Schmutzpartikel, die aus dem Kuhkoth stammen und gegebenen Falles auch schleimige oder zähere farblose oder gefärbte Massen zu Boden, die mikroskopisch auf Eiter, Blut, Epithelien u. s. f. zu prüfen sind.

---

[1]) Alles im folgenden gesagte bezieht sich auf Kuhmilch.

Eine Reihe abweichender Eigenschaften zeigt das Kolostrum[1]) (Biestmilch, Beestmilch), das einige Tage vor und die ersten Tage nach dem Kalben abgesondert wird. Dasselbe ist gelblich, mit Flocken und Flöckchen durchsetzt, fade (leicht salzig) schmeckend. Unmittelbar und bis 24^h nach der Geburt gerinnt Kolostrum beim Aufkochen meist in toto (neben vermehrtem Serumalbumin sehr viel Globulin) aber noch einige Tage lang scheiden sich Eiweissflocken beim Kochen ab. Reaktion nach E. Pfeiffer alkalisch, nach Fleischmann meist sauer, der Milchzuckergehalt ist meist sehr nieder[1]).

Die Prüfung der Milch auf Geschmack und Geruch bedarf keiner besonderen Anleitung; beide Prüfungen werden an der schwach erwärmten Milch vorgenommen.

II. Die mikroskopische Untersuchung.

Mikroskop. Untersuchg.

§ 270. Die Fettkügelchen der Milch (10—17 μ im Durchmesser) sind früher zuweilen gezählt und ihre Zahl zur Werthbestimmung der Milch verwendet worden — mühsame und unzuverlässige Methode. Im Kolostrum sind die Kügelchen von auffallend ungleicher Grösse, neben sehr kleinen finden sich sehr grosse und ausserdem fehlen niemals Kolostrumkörperchen (Durchmesser 15—50 μ), die als in fettiger Degeneration befindliche granulirte Epithelzellen der Brustdrüse aufzufassen sind (Fig. 99).

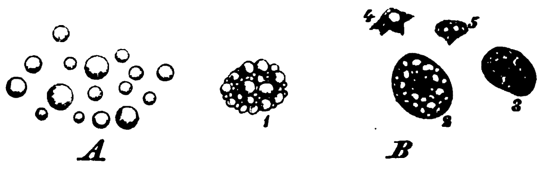


Fig. 99 (nach Landois).

A. Milch. *B*. Kolostrum mit Kolostrumkörperchen (1. 2. 3.) und Milchkügelchen mit Eiweissaum.

Der im Spitzglase gesammelte Kuhkoth zeigt unter dem Mikroskop Pflanzengewebe (Parenchym, Prosenchym, Gefässe) von gelber oder gelbgrüner (galliger) Farbe; häufig sind durch Jodzusatz deutlich Stärkekörner in den Zellen nachzuweisen. Auch in betrügerischer Absicht zugesetzte Stärkekörner würde das Mikroskop zeigen (Kleisterzusatz, der vorgekommen sein soll, wird durch Blaufärbung auf nicht zu geringen Zusatz von Jodjodkaliumlösung entdeckt; die Milch selbst bindet eben auch etwas Jod).

Blutkörperchen und Eiterkörperchen entdeckt das Mikroskop leicht, auch das Spektroskop leistet zum Blutnachweiss oft gute Dienste. — Für Untersuchung auf Pilze vergl. Seite 331.

III. Qualitative Zusammensetzung der Milch.

Qualitative Zusammensetzung.

§ 271. 1. Eiweisskörper. Nach Hoppe-Seyler kommen in der Milch wenigstens zwei Eiweisskörper vor:

[1]) Um einen Begriff von der unregelmässigen Zusammensetzung des Kolostrum zu geben, theile ich folgende 2 Analysen von Fleischmann mit:

	Fett	Trockensubstanz	Kasein	Albumin	Milchzucker	Asche
Unmittelbar nach dem Kalben	3,4	28,3	4,8	15,8	2,5	1,8
1 Tag nach dem Kalben	4,0	21,3	7,8	7,5	1,5	1,0

Das specifische Gewicht von Kolostrum beträgt 1,046—1,080.

a) Kaseïn aus der stark verdünnten Milch durch etwas Essigsäure und Einleiten von CO_2 fällbar; nach E. Pfeiffer bequemer und ebenso genau mit verdünnter (2 %) Salzsäure in der nur 5fach verdünnten Milch (der Niederschlag schliesst alles Fett ein und muss davon durch Extraktion mit Aether befreit werden). Eiweiss.

b) Serumalbumin durch Kochen aus dem Filtrate von a fällbar.

Im Filtrat von b sind noch kleine Mengen von Eiweisskörpern enthalten, durch starkes Eindampfen und Tannin fällbar. — Durch das Labferment wird vorwiegend Kaseïn gefällt, während Albumin gelöst bleibt.

Andere Fällungsmethoden mit Hilfe von Salzen, z. B. Magnesiumsulfat, führen wieder zu anderen mannigfach benannten Niederschlägen — praktisch ist bisher mit diesen Eintheilungen nicht viel gewonnen.

Der Praktiker wird sich deswegen gerne wenigstens vorläufig auf den neuerdings namentlich von E. Pfeiffer und Duclaux vertretenen Standpunkt stellen, dass alle bei der Milchfällung erhaltenen Eiweisskörper nur Modifikationen des Kaseïns sind.

2. Fett. Das Butterfett zeigt eine von allen übrigen thierischen (und pflanzlichen) Fetten abweichende Zusammensetzung durch seinen Gehalt an niederen (flüchtigen) Fettsäuren. Näheres hierüber siehe bei Butter. Fett.

3. Zucker. In der Milch aller Säugethiere (und fast nur dort) ist ausschliesslich Milchzucker (Laktose) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$, eine harte unter den Zähnen knirschende, wenig süss schmeckende Zuckerart enthalten. Ueber seine Reduktion vergl. Seite 260, seine Polarisationswirkung Seite 31. Derselbe liefert durch Einwirkung der Milchsäurepilze leicht Gährungsmilchsäure, mit Hefe gährt er nur schwer und langsam (vergl. Seite 101). Zucker.

4. Unter den Bestandtheilen der Milchasche spielen Phosphorsäure, Kalium und Calcium die Hauptrolle. Nach Söldner stammt 25 % der Phosphorsäure der Milchasche aus dem Kaseïn, ebenso alle Schwefelsäure aus den Eiweisskörpern. Das Calcium ist z. Th. an das Kaseïn gebunden, ein beträchtlicher Theil ist nach Söldner als Tricalciumphosphat in der Milch nur suspendirt. Mineralbestandtheile.

5. Nitrate, Nitrite und Sulfate fehlen in reiner Milch. Etwas Citronensäure, geringe Mengen Harnstoff, Cholesterin, Lecithin, Hypoxanthin sind für die Praxis bisher ohne Interesse. Organ. Stoffe

Ueber die bei der Zersetzung der Milch unter dem Einfluss verschiedener Bakterien auftretenden Produkte vergl. Seite 331.

IV. Quantitative chemische Untersuchung der Milch.

§ 272. Von besonderer Wichtigkeit ist es, zu bestimmen: Hauptaufgaben der quantit. Milchuntersuchung.

1. Das specifische Gewicht,
2. die Trockensubstanz,
3. den Fettgehalt,
4. die Acidität,

weniger wichtig und zu hygienisch-marktpolizeilichen Zwecken viel seltener ausgeführt sind:

5. Die Bestimmung des Eiweiss, des Milchzuckers und der Asche.

Gewichtsprozente.

Alle quantitativen Angaben werden in Gewichtsprozenten gemacht, d. h. x Gramm Substanz in 100 Gramm Milch (nicht in 100 cbcm).

Bei jeder quantitativen Milchuntersuchung ist dafür zu sorgen:

Vorbedingungen einer genauen Analyse.

1. Dass vor jeder Probeentnahme (namentlich auch bei der Marktkontrolle) die Milch auf das sorgfältigste durch gutes Umrühren oder Umschütteln gemischt wird; das ausserordentlich starke Aufrahmungsvermögen der Milch führt sonst sehr leicht zu falschen Resultaten.

2. Dass die Milch sehr bald nach der Entnahme untersucht wird. Ist dies unmöglich, so ist sie bis dahin in Eis zu stellen; dabei ist zu berücksichtigen, was unten über Kontraktion gesagt ist.

3. Wenn es sich um exakte Bestimmungen an kleineren Milchmengen (nicht über 50 g) handelt, darf die verwendete Milch nicht abgemessen, sondern sie muss genau gewogen werden, da sie bei verschiedenem Fettgehalt verschieden vollständig aus der Pipette fliesst.

Da aber bei dem Abwiegen der Milch leicht Verdunstung eintritt, ist auf folgende Weise indirekt zu verfahren. Man wiegt ca. 30—50 cbcm Milch und einen Glasstab in einem mit Glasplatte bedecktem Becherglase oder in einem verstöpselten Wägegläschen ab, giesst ca. 10 cbcm nach dem Augenmaass zur Analyse dem Glasstabe entlang heraus und ermittelt das übrigbleibende Gewicht des Wägeglases. Die Differenz der Gewichte ergiebt die Menge der verwendeten Milch.

1. Bestimmung des specifischen Gewichtes.

Specifisches Gewicht.

§ 273. Man bedient sich hierzu speziell für Milch konstruirter sehr feiner Aräometer, sogenannter Laktodensimeter, am besten solcher, bei denen die der 3. Dezimalstelle des specifischen Gewichtes entsprechenden Ziffern noch 8 bis 10 mm von einander entfernt sind, so dass die 4. Dezimale abgelesen werden kann. Die gewöhnliche Quevenne'sche Milchwage, ein Aräometer mit 3 mm Abstand der Zahlen, genügt nur als Nothbehelf. Alle Aräometer müssen durch Vergleich mit der Westphal'schen Wage geaicht werden.

Aräometer.

Die Milcharäometer zeigen gewöhnlich nur für specifische Gewichte von 1,020 bis 1,040; angeschrieben sind am Aräometer nur die Zahlen 20 bis 40 und man spricht meist (ähnlich wie beim Harn) z. B. statt von einer Milch vom specifischen Gewicht 1,0314 von einer Milch von 31,4 Grad. Die Grade geben also an, um wie viel Tausenstel die Milch schwerer ist als Wasser.

Die nothwendigsten Vorsichtsmaassregeln bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes sind folgende:

Kontraktion

1. Die Milch soll nie sofort nach dem Melken gewogen werden, denn das specifische Gewicht nimmt die erste Zeit nach dem Melken nicht unwesentlich (um 0,8—1,5 Grad) zu. Worauf dies beruht, ist noch nicht unzweifelhaft festgestellt, vielleicht auf einer Kontraktion der Milchkügelchen durch erst spät eintretendes Erstarren des Butterfettes; jedenfalls sollte die frischgemolkene Milch erst etwa 6^h auf Temperaturen von 5^0 (Eisschrank) abgekühlt werden, oder doch wenigstens über Nacht im Keller oder im Wasser eines laufenden Brunnens gestanden haben, ehe sie gewogen wird.

Vom Markte entnommene Milch ist fast stets schon so lange gemolken, dass sie ihr Dichtigkeitsmaximum erreicht hat, bis sie in's Laboratorium und zur Untersuchung kommt; denn wenn auch bei Zimmertemperatur die maximale Kontraktion langsamer eintritt als im Eis, so ist sie doch nach 12—24^h meist vollendet. In zweifelhaften Fällen muss die Milch am anderen Tage nach längerem Stehen im Eisschrank wieder gewogen werden.

2. Die zu wiegende Milch muss schaumfrei sein. Man erreicht dies, indem man sie langsam den Wandungen des Cylinders entlang eingiesst. Der Cylinder muss so lang und weit sein, dass das Aräometer ohne anzustreifen schwimmt. Das Aräometer ist langsam und vorsichtig einzusenken, so dass vermieden wird, dass es weit über den richtigen Theilstrich einsinkt; ist es zur Ruhe gekommen, so taucht man es noch höchstens 1^0 tiefer ein und liest ab, nachdem es sich eingestellt hat. Da die Milch durch Adhäsion immer etwas an der Aräometerspindel emporsteigt, so ist stets sorgfältig das wirkliche horizontale Flüssigkeitsniveau abzulesen. **Schaum.** **Ablesen.**

3. Das specifische Gewicht darf nie ohne gleichzeitige genaue Temperaturbestimmung der Milch ermittelt werden, und zwar ist, im Interesse der Genauigkeit, stets die Milch durch Einstellen in kaltes oder warmes Wasser annähernd auf die Temperatur von 15^0 zu bringen, auf welche alle Ablesungen zu reduziren sind. Es ist klar, dass das specifische Gewicht der Milch bei niederer Temperatur zu hohe, bei hoher Temperatur zu niedere Werthe ergiebt. Zur Korrektion dient die Tabelle XI. **Temperatur.**

2. Bestimmung der Trockensubstanz.

§ 274. Nach E. Pfeiffer. Man stellt eine kleine Platinschale in ein Wägegläschen, bestimmt ihr Gewicht, giebt 3—4 g Milch zu und wiegt wieder. Nach 18—24^h ist bei 100^0 im Trockenschrank alles Wasser verdampft, man wiegt nun einige Male bis Gewichtskonstanz erreicht ist. Wie Pfeiffer durch Kontrollbestimmungen fand, giebt diese Methode sehr gute Resultate, die getrocknete Milch kann noch zur Aschebestimmung (vergl. Seite 329) dienen. Die praktischen Milchchemiker beharren indessen dabei, dass nur durch Eintrocknen auf porösem Material eine richtige Trockenbestimmung möglich ist, z. B.: **Nach E. Pfeiffer.**

Nach Halenke und Möslinger (modif. von Herz). Man trocknet im Trockenschrank in einer Porzellanschale von 10 cm Durchmesser ca. 30 g geglühten mit Aether extrahirten Quarzsand nebst einem Glasstab und wiegt nach dem Erkalten. Jetzt lässt man ca. 10 g Milch zufliessen, wiegt rasch wieder, vertheilt die Milch mit dem Glasstab und setzt die Schale auf ein lebhaft kochendes Wasserbad. Unter häufigem Umrühren verdampft das Wasser; namentlich gegen das Ende des Prozesses sorgt man durch Rühren und Drücken für möglichstes Zertheilen der Klümpchen, die leicht Wasser einschliessen. Etwa entstandene feste Krusten kann man durch schwaches Befeuchten mit Wasser leichter zerreiblich machen. Nachdem das Wasser verdunstet scheint, lässt man noch 2^h auf dem lebhaft kochenden Wasserbade, während welcher Zeit man nur ab und zu umrührt, trocknet dann die Schale unten ab und lässt im Exsiccator erkalten. 2 Kontrollbestimmungen müssen genau unter sich übereinstimmen; es darf kein Sandkorn verloren gehen. **Nach Halenke und Möslinger.**

Nach der Adams'schen Fettbestimmungsmethode (Seite 325) wird gleichzeitig die Trockensubstanz ermittelt.

3. Bestimmung des Fettes.

a) Approximative Methoden.

Fettbestimmung.

§ 275. Lange suchte man für die Praxis sich mit ungenauen Methoden der Fettbestimmung zu behelfen, deren mühelose Ausführung bestach. Seit aber für alle diese Methoden nachgewiesen ist, dass sie sehr oft nicht einmal annähernde, sondern geradezu total unrichtige Werthe geben, ja dass sie unter Umständen ganz im Stiche lassen, so werden sie heutzutage von keinem Chemiker mehr angewendet und auch der Arzt wird am besten thun, sich ihrer nicht mehr zu bedienen (vergl. Vogel).

Da solche Apparate aber immer noch häufig in den Händen von Marktinspektoren, Polizeiorganen und Laien getroffen werden, so müssen sie hier kurz erwähnt werden.

Optische Orientirungsmethoden.

Es sind vor Allem diejenigen Apparate zu nennen, die auf der ungenauen Voraussetzung beruhen, dass der Fettgehalt und die Undurchsichtigkeit einer Milch genau proportional seien, und die von dem Grundgedanken ausgehen, einer Milch solange Wasser zuzusetzen bis sie eben so weit durchsichtig geworden ist, dass eine Schrift oder eine Marke deutlich durch dieselbe erkannt werden kann. Aus der zu einem bestimmten Milchquantum zugesetzten Wassermenge sollte dann der Fettgehalt erschlossen werden. Andere verwandte Methoden (z. B. Donné mit seinem Laktoskop) bestimmte die Schichtdicke der unverdünnten Milch, bei der eben noch eine Kerzenflamme scharf gesehen werden konnte.

Von den zahlreichen Apparaten, die alle auf diese Voraussetzung hin konstruirt sind, hat allmählich einer, das Laktoskop von Feser, (Fig. 100) die andern durch seine reinliche und bequeme Handhabung verdrängt; ich begnüge mich diesen allein zu schildern.

In eine durchsichtige weite, unten etwas verengerte Glasröhre (*g*) ist ein kleiner Milchglascylinder (*m*) eingeschmolzen, der überall genau 4,75 mm von dem äusseren Glascylinder entfernt ist und schwarze Querstriche trägt. Man giebt in den sorgfältig gereinigten und getrockneten Glascylinder mit einer beigegebenen Pipette 4 cbcm Milch und setzt darauf unter tüchtigem Schütteln jedesmal so lange Brunnenwasser zu (in Portionen von 5—10 cbcm), bis endlich im auffallenden Lichte eben die Striche deutlich erkennbar sind. Man liest hierauf die zugesetzte Wassermenge, resp. den daneben stehenden Fettgehalt an der Eintheilung des Laktoskops direkt ab.


Fesers Laktoskop.

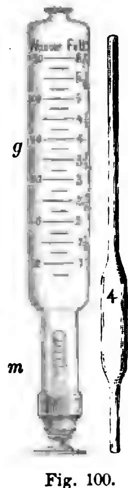


Fig. 100. Feser's Laktoskop.

Dietzsch hat in neuerer Zeit das Instrument so modifizirt, dass er am äusseren Glasmantel nur eine Marke anbringt; giesst man bis hierher Wasser zu 4 cbcm Milch, so muss die Milch, wenn sie über 2,8 bis 2,9% Fett hat — was Dietzsch als Minimum aufstellt — noch so undurchsichtig sein, dass die schwarzen Striche nicht erkannt werden können; können sie gezählt werden, so hat der Marktinspektor die Milch dem Chemiker zu näherer Untersuchung einzuhändigen.

Die Anwendung des Feser'schen Apparates ist auch für den Geübten unsicher — offenbar weil für die Undurchsichtigkeit der Milch gelegentlich noch andere Umstände als bloss der Fettgehalt in Frage kommen. So bestimmte, wie Vogel mittheilt, Feser selbst mit seinem Apparate in einer Milch 3$\frac{1}{4}$% Fett, während Vogel gewichtsanalytisch 1,69%, also nur die Hälfte fand. — Durch Kochen wächst die Undurchsichtigkeit einer Milch sehr stark, durch Veränderung von Eiweisskörpern.

Aber auch, wenn keine solche besonderen Schwierigkeiten vorliegen, ist der Apparat als wenig zuverlässig zu bezeichnen; er setzt natürlich stets gleiche Beleuchtung, gleiche Beurtheilung, ob die Striche deutlich oder noch undeutlich seien u. s. f., voraus. Auch waschen sich die schwarzen Striche auf dem Milchglaszapfen mit der Zeit weg, so dass mehr Wasser zugesetzt werden muss, um sie erkennen zu können.

Was von dem Laktoskop gilt, gilt auch von den übrigen optischen Methoden — mutatis mutandis. Heutzutage wird Niemand auf eine optische Untersuchung hin ein Votum über Fettgehalt vor Gericht abgeben dürfen.

Noch trügerischer als die Resultate der optischen Methode sind die mit dem Kremometer gewonnenen. Man wollte aus der Höhe der Rahmschicht, die sich in einem Messcylinder abscheidet, wenn die Milch ruhig 24^h steht, den Fettgehalt erkennen. Nun rahmt aber Milch zuweilen gar nicht, zuweilen unvollständig, öfters äusserst langsam auf; zuweilen scheidet sich ein fettreicherer, dann wieder ein fettarmer Rahm ab. Näheres siehe bei Vogel und Herz. — Auch die mannigfachen Abänderungen des einfachen Kremometers sind keine Verbesserungen, die den Apparat für sanitätspolizeiliche Zwecke brauchbar machen könnten. Kremometer

§ 276. Ein Verfahren, das auf der Grenze einer genauen Bestimmung und einer Schätzung steht, ist die von Marchand erfundene, später von Salleron, dann von Tollens und Schmidt verbesserte Methode mit dem Laktobutyrometer. Laktobutyrometer.

Prinzip. Die Methode beruht auf dem Gedanken, durch Aether das Milchfett aus der flüssigen Milch aufzunehmen, darauf das Fett aus der Aetherfettlösung durch Alkohol auszuscheiden, und aus dem Volumen des abgeschiedenen Fettes die Fettprozente zu berechnen.

Ausführung. In ein 40 cbcm fassendes unten zugeschmolzenes Glasrohr (Fig. 101) füllt man mit einer Pipette 10 cbcm Milch [1]), dann 10 cbcm Aether (vom specifischen Gewicht 0,725—0,730 bei 15°); hierauf stöpselt man das Rohr mit einem gut gepressten weichen Kork zu und schüttelt gut um, lüftet vorsichtig den Kork und schüttelt weiter, bis eine ganz homogene Mischung entstanden ist. Hierauf setzt man 10 cbcm 91 %igen Alkohol (specifisches Gewicht 0,8203) zu und schüttelt nun abermals längere Zeit (einige Minuten) kräftig durch, bis die entstandenen Kaseïnklümpchen sich fein und gleichmässig vertheilt haben. Jetzt stellt man die festverschlossene Röhre in einen hohen weiten Cylinder voll 40° warmen Wassers (wenigstens $^1/_4{}^h$), wobei sich eine klare gelbliche Fettschicht an der Oberfläche ausscheidet. Durch leichtes Klopfen kann man träger aufsteigende Fetttröpfchen mit der Hauptmasse zur Vereinigung bringen; ist die Operation beendet, so muss sich scharf und klar die Aetherfettschicht (circa 1 cbcm) von der übrigen Flüssigkeit abheben. Man stellt nun eine Zeit lang den Apparat in Wasser von 20°, wobei

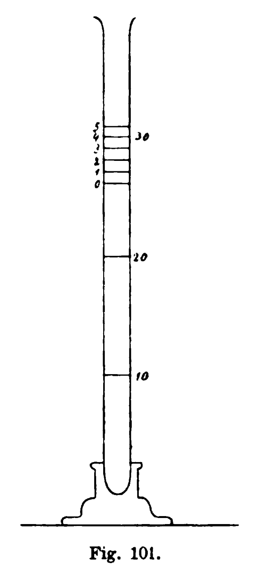


Fig. 101.
Laktobutyrometer.

1) Verschiedene Autoren empfehlen die Milch vor dem Aetherzusatz erst mit 3—5 Tropfen Essigsäure oder 1 Tropfen Natronlauge zu schütteln, um die Aufnahme des Fettes durch den Aether zu erleichtern.

sich noch einige Antheile des Fettes, die von der wärmeren Flüssigkeitsmischung zurückgehalten wurden, abscheiden und liest dann die ausgeschiedenen cbcm Fett ab.

Tabelle zum Laktobutyrometor.

Tabelle zum Laktobutyrometer
von Tollens und Schmidt.

A 1/10 cbcm	B % Fett	A 1/10 cbcm	B % Fett	A 1/10 cbcm	B % Fett
1,0	1,339	8,0	2,767	14,5	4,093
1,5	1,441	8,5	2,869	15,0	4,195
2,0	1,543	9,0	2,971	15,5	4,297
2,5	1,645	9,5	3,073	16,0	4,399
3,0	1,747	10,0	3,175	16,5	4,501
3,5	1,849	10,5	3,277	17,0	4,628
4,0	1,951	11,0	3,379	17,5	4,792
4,5	2,053	11,5	3,481	18,0	4,956
5,0	2,155	12,0	3,583	18,5	5,129
5,5	2,257	12,5	3,685	19,0	5,306
6,0	2,359	13,0	3,787	19,5	5,483
6,5	2,461	13,5	3,889	20,0	5,660
7,0	2,563	14,0	3,991	20,5	5,837
7,5	2,665				

Aus den Stäben *B* kann man direkt entnehmen, wie viel Prozent Fett die Milch enthält, wenn die in den Stäben *A* angegebene Anzahl cbcm Aetherfettlösung abgelesen sind.

Kritik des Apparates.

Die Methode giebt meist nicht nur Näherungswerthe, sondern sogar recht gute Resultate, aber — sie versagt in manchen Fällen. Enthält die Milch unter 2,9% Fett, so ist die Methode nach Tollens und Schmidt selbst nicht ganz zuverlässig (für abgerahmte Milch ist sie also meist unbrauchbar); enthält sie über 3,5% Fett, so kann man nach Fleischmann sogar Fehler bis zu 1% erhalten; ja zuweilen erhält man überhaupt keine Ausscheidung einer Fettschicht oder eine um die Hälfte zu niedere. Trotz dieser unläugbaren Schattenseiten der Methode wird sie da, wo keine Wage und kein Soxhletapparat zur Verfügung steht und besonders, wenn es sich um die Kontrolle zahlreicher voraussichtlich normaler Milchsorten handelt (z. B. für Molkereien zur Kontrolle der Milchlieferanten), sehr empfohlen. Erhält man mit der Methode ein auffallendes Resultat, so hat eine der Methoden des folgenden Abschnittes als Kontrolle einzutreten, doch ist nicht viel Zeit verloren.

Sehr gelobt wird der Laktokrit von de Laval, eine mit Dampf getriebene Centrifuge, in der die mit einer Mischung von Milchsäure und Schwefelsäure versetzten erwärmten Milchproben äusserst rasch 3—4 Minuten lang geschleudert werden; es kann dann sofort der Prozentgehalt an Fett abgelesen werden. — Nur für Grossbetrieb der Molkereien.

b) Genaue Fettbestimmungsmethoden.

§ 277. 1. Gewichtsanalytische Fettbestimmung.

Gewichtsanalytische Fettbestimmung.

Genau wird der Fettgehalt durch folgende Methoden ermittelt:

Sandmethode.

1. Man füllt den auf Sand oder Gips[1]) eingetrockneten Milchrückstand (Seite 321), nachdem man ihn fein zerrieben, in eine Papierhülse, extrahirt mit Aether und wiegt das erhaltene Fett (alles nach Seite 256 und 257).

Adam'sche Methode mit Papier.

In neuester Zeit wird als sehr gut empfohlen (Adams'sche Methode) die Milch von Papierspiralen aufsaugen zu lassen. Es findet besonders präparirtes (mit Alkohol und Aether erschöpftes) Filtrirpapier Anwendung. Hiervon wird ein Streifen von 56 cm Länge, 6 cm Breite zu einer lockeren Spirale gewickelt, die durch zwei Ringe aus Platindraht zusammengehalten wird, hierauf wird die Rolle getrocknet im Trockenschranke und gewogen (a). Man wiegt ca. 5 g Milch in einem kleinen bedeckten Becherglase ab, lässt die Spirale die Milch bis auf Spuren aufsaugen und wiegt das Glas mit dem Milchrest zurück. Die Spirale hebt man an dem oberen Platinring (resp. an der zusammengedrehten Stelle desselben) heraus und trocknet sie auf einer Porzellanschale 1^h bei 100°, extrahirt nun das Fett mit Aether im Soxhlet'schen Apparate und wiegt dasselbe (f). Die extrahirte Papierspirale wiegt man auch (e). Jetzt ist $e + f - a$ der Gehalt der aufgesogenen Milchmenge an Trockensubstanz.

Ueber letztere Methode herrscht noch einige Unklarheit, indem die Resultate nach derselben etwas höher als nach den anderen ausfallen. Es ist noch nicht ganz ausgemacht, ob dies daherkommt, dass das Fett vollständiger ausgezogen wird oder nach Soxhlets Angabe von einer nicht absoluten vorherigen Befreiung der Papierspirale von in Alkohol und Aether löslichen Stoffen.

Salzsäurefällung nach E. Pfeiffer.

2. In neuerer Zeit hat E. Pfeiffer bewiesen, dass man auch durch sorgfältige Ausführung einer ältereren (Hoppe-Seyler'schen) Methode gut stimmende Fettzahlen bekommt. Da diese Methode das umständliche Rühren der auf Sand trocknenden Milch umgeht und ebenso das mühsame Zerreiben der auf Gips eingetrockneten Milch, so sei sie hier mit des Autors Worten erwähnt:

ca. 10 g Milch werden gewogen, mit 40 cbcm destillirtem Wasser vermischt und mit 3—4 cbcm einer 2%igen Salzsäure (2 cbcm reine konzentrirte Salzsäure auf 100 cbcm Wasser) versetzt. Der beim Umrühren entstehende flockige Niederschlag wird sogleich auf ein vorher mit Aether extrahirtes Faltenfilter von 9 cm Durchmesser gebracht, etwas mit Wasser ausgewaschen und darauf ca. $5-6^h$ im Trockenschrank getrocknet. Dann biegt man das trockene Faltenfilter oben zusammen und extrahirt es mit Aether nach Seite 257. Seine Gewichtsabnahme nach dem Trocknen ergiebt den Fettgehalt.

Menschliche Milch.

Handelt es sich um die Untersuchung von menschlicher Milch, so muss man die Methode nach E. Pfeiffer folgendermassen modifiziren: ca. 10 g Milch werden möglichst rasch in einem kleinen Becherglase abgewogen und mit circa 10 cbcm Alkohol

[1]) Für Fettbestimmungen in Magermilch wird dringend Gips empfohlen. 35 g feinster Gips, 10 g Milch werden auf dem Wasserbad ohne Umrühren eingetrocknet, die erhaltene trockene Masse gewogen, sehr fein pulverisirt und extrahirt.

absolutus versetzt. Beim Umrühren entsteht sofort ein sehr fein vertheilter Niederschlag, welcher unmittelbar auf ein mit Aether und Alkohol extrahirtes gefaltetes Filter von 9 cm Durchmesser gebracht wird. Der Rest des Niederschlages wird mit einem Theile des Filtrates sehr sorgfältig aus dem Becherglase ausgewaschen und endlich mit einer Mischung von 10 cbcm destillirten Wassers und 10 cbcm Alkohol absolutus das Becherglas nochmals mit dem Gummiwischer sorgfältigst ausgerieben und mit derselben der auf dem Filter befindliche Niederschlag ausgewaschen. Der Trichter mit dem Filter und Niederschlag kommt unmittelbar nach dem Auswaschen in den Trockenschrank und bleibt in demselben 3—4h. Dann folgt die Extraktion im Soxleth'schen Apparat.

Nach Ritthausen.

Macht man eine Eiweissbestimmung nach Ritthausen (S. 328) in der Milch, so kann man das Fett durch Extrahiren des Kupferniederschlages gewinnen, welch' letztere Manipulation zur Ermittelung des Eiweiss ohnehin ausgeführt werden muss. —

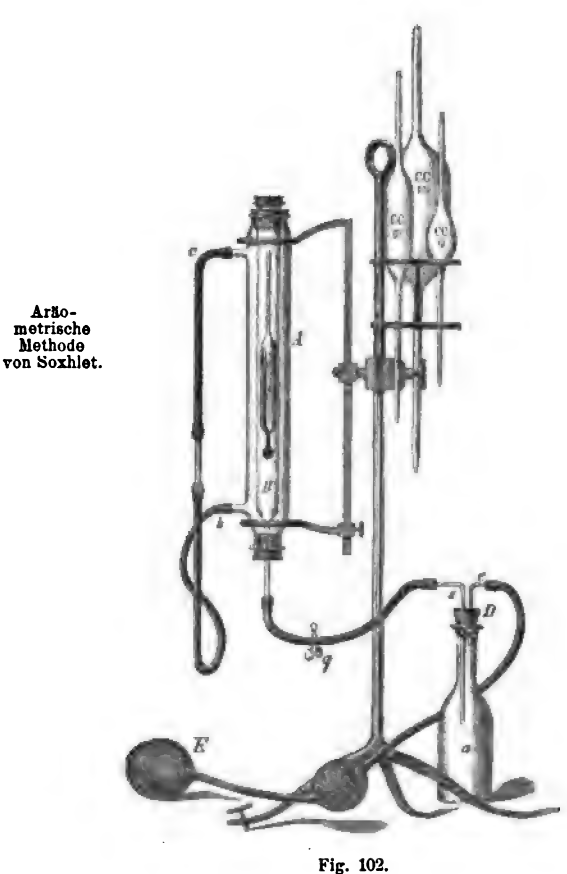


Fig. 102.
Soxhlet's Apparat zur aräometrischen Fettbestimmung.

Eine Reihe eigener Versuche mit Salzsäure sowohl als der Ritthausen'schen Fällung haben mir so bequem zu erhaltende genaue Resultate ergeben, dass ich diese Methode, namentlich für den ohne grosse Hilfsmittel Arbeitenden, empfehlen kann.

Aräometrische Methode von Soxhlet.

2. Die aräometrische Methode der Fettbestimmung nach Soxhlet.

§ 278. Neben den beschriebenen chemischen, hat sich in den letzten Jahren eine physikalische, von Soxhlet ersonnene und in die feinsten Details hinein ausgebildete Methode rasch allgemein eingebürgert. Sie gilt jetzt als die beste Fettbestimmungsmethode; leider setzt sie aber einen ziemlich theueren Apparat voraus.

Bei den Vorzügen der Methode und der Raschheit, mit der der Apparat hintereinander die Vollendung von sehr zahlreichen Fettbestimmungen gestattet, ist er aber jedem, der viele Milchuntersuchungen ausführt, unentbehrlich.

Prinzip. Das Verfahren beruht darauf, dass Aether, in bestimmten Mengen mit Milch und Kalilauge geschüttelt, alles Fett auflöst und dass bei einer bestimmten Temperatur jedem Fettgehalt der Aetherfettlösung ein ganz bestimmtes specifisches Gewicht entspricht.

Zur Ausführung der Methode sind erforderlich (wörtlich nach Soxhlet): Ausführung.

1. Der abgebildete Apparat mit den beigegebenen drei Messröhren zum Abmessen von Milch, Kalilauge und Aether, welche auf das Stativ des Apparates aufgesteckt werden können, und mehrere Schüttelflaschen (*a*).
2. Kalilauge vom specifischen Gewichte 1,26—1,27.
3. Wasserhaltiger (mit dest. Wasser geschüttelter) Aether.
4. Gewöhnlicher Aether.
5. Ein Gefäss von mindestens 4 Liter Inhalt mit Wasser, welches man auf die Temperatur von 17—18° C. zu bringen hat. Für die gleichzeitige Ausführung mehrerer Versuche muss das Gefäss entsprechend grösser sein. Bei warmer Zimmertemperatur nimmt man 17°, bei kühler 18° C. als Anfangstemperatur.

Ausführung des Verfahrens: Von der gründlich gemischten Milch, welche man auf $17^1/_2$° C. (17—18°) abgekühlt, resp. erwärmt hat, misst man 200 cbcm ab, indem man die grösste Pipette bis zur Marke vollsaugt; man lässt den Inhalt der Messröhre in eine der Schüttelflaschen (*a*) von 300 cbcm Inhalt auslaufen und entleert die Messröhre schliesslich durch Einblasen.

Auf gleiche Weise misst man 10 cbcm Kalilauge mit der kleinsten Pipette ab, fügt diese der Milch zu, schüttelt gut durch und setzt nun 60 cbcm wasserhaltigen Aether zu, welchen man in der entsprechenden Messröhre abgemessen hat. Der Aether soll beim Einmessen eine Temperatur von 16,5—18,5° C. haben (17,5° C. normal). Nachdem die Flasche gut mittelst eines Korkes oder Gummistöpsels verschlossen wurde, schüttelt man dieselbe $^1/_2$ Minute heftig durch, setzt sie in das Gefäss mit Wasser von 17—18° C. und schüttelt die Flasche $^1/_4$ Stunde lang von $^1/_2$ zu $^1/_2$ Minute ganz leicht durch, indem man jedesmal 3—4 Stösse in senkrechter Richtung macht. Nach weiterem $^1/_4$stündigem ruhigen Stehen hat sich im oberen verjüngten Theile der Flasche eine klare Schicht angesammelt. Die Ansammlung und Klärung dieser Schicht wird beschleunigt, wenn man in der letzten Zeit dem Inhalt der Flasche eine schwach drehende Bewegung verleiht. Es ist gleichgiltig, ob sich die ganze Fettlösung an der Oberfläche angesammelt hat oder nur ein Theil, wenn dieser nur genügend gross ist, um die Senkspindel zum Schwimmen zu bringen. Die Lösung muss vollkommen klar sein. Bei sehr fettreicher Milch ($4^1/_2$—5 %) dauert die Abscheidung länger als die angegebene Zeit, manchmal aber ausnahmsweise 1—2 Stunden. In solchen Fällen, wie überhaupt, wenn man ein genügend grosses Wassergefäss hat, ist es zweckmässig, die wohlverschlossenen Flaschen horizontal zu legen.

Der in Fig. 102 abgebildete Apparat für die Dichtigkeitsbestimmung ist wie folgt angeordnet:

Das Stativ trägt mittelst verstellbarer Muffe einen Halter für das Kühlrohr *A*, an dessen Ablaufröhren sich kurze Kautschukschläuche befinden. Der Träger des Kühlrohres ist um die wagerechte Achse drehbar, so dass das genannte Rohr in horizontale Lage gebracht werden kann. Centrisch in dem Kühlrohre befestigt ist ein Glasrohr *B*, welches um 2 mm weiter ist als der Schwimmkörper des Aräometers, zu dessen Aufnahme es bestimmt ist. Um ein Verschliessen des unteren Theiles durch das Aräometer oder ein Festklemmen desselben zu verhindern, sind an dem unteren Ende drei nach innen gerichtete Spitzen angebracht. Das obere offene Ende ist mittelst eines Korkes zu verschliessen.

Das Aräometer *C* trägt auf der Skala der Spindel die Grade 66—43, welche den specifischen Gewichten 0,766—0,743 bei $17^1/_2$° C. entsprechen.

Im Schwimmkörper des Aräometers befindet sich ein in $^1/_5$ Grade nach Celsius getheiltes Thermometer, welches noch $^1/_{10}$° abzulesen gestattet.

Behufs Gebrauches taucht man den Kautschukschlauch des unteren seitlichen Ablaufrohres (*b*) am Kühler in das Gefäss mit Wasser, saugt am oberen Schlauche (*c*), bis der Zwischenraum des Kühlers sich mit Wasser gefüllt hat und verschliesst, indem man beide Schlauchenden durch ein Glasröhrchen vereinigt. Man entfernt nun den Stöpsel der Schüttelflasche (*a*), steckt an dessen Stelle den Kork *D* (durch dessen beiden Durchbohrungen verschieden lange Knierohre gehen) in die Mündung und schiebt das langschenkelige Knierohr (*s*) so weit herunter, dass das Ende bis nahe an die untere Grenze

der Aetherfettschicht eintaucht. Nachdem man den kleinen Gummiblasebalg an das kurze Knierohr (e) gesteckt und den Kork in der Röhre *B* gelüftet hat, öffnet man den Quetschhahn (q) und drückt möglichst sanft die Kautschukkugel *K*; die klare Fettlösung steigt in das Aräometerrohr und hebt das Aräometer; wenn letzteres schwimmt, schliesst man den Quetschhahn und befestigt den Kork im Aräometerrohr, um Verdunstung des Aethers zu vermeiden. Man wartet 1—2 Minuten bis Temperaturausgleichung stattgefunden hat und liest den Stand der Skala ab, nicht ohne vorher die Spindel in die Mitte der Flüssigkeit gebracht zu haben, was durch Neigen des Knierohres am beweglichen Halter und durch Drehen an der Schraube des Stativfusses sehr leicht gelingt. Da das specifische Gewicht durch höhere Temperatur verringert, durch niedrigere erhöht wird, so muss die Temperatur bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes der Aetherfettlösung berücksichtigt werden. Man liest deshalb kurz vor oder nach der Aräometerablesung die Temperatur der Flüssigkeit an dem Thermometer im Schwimmkörper auf $^1/_{10}$° C. ab. War die Temperatur genau 17,5° C., so ist die Angabe des Aräometers ohne weiteres verwendbar, im anderen Falle hat man das abgelesene specifische Gewicht auf die Temperatur von 17,5° C. zu reduziren; man zählt für jeden Grad C., den das Thermometer mehr zeigt als 17,5° C., einen Grad zum abgelesenen Aräometerstand hinzu und zieht für jeden Grad C., den es weniger zeigt als 17,5° C., einen Grad von demselben ab; doch soll hierbei die Abweichung von der mittleren Temperatur 17,5° C. nicht mehr als 1° C. betragen. Aus dem für 17,5° C. gefundenen specifischen Gewichte ergiebt sich direkt der Fettgehalt in Gewichtsprozenten aus Tabelle XII.

Beispiel: Spec. Gewicht der Aetherfettlösung bei 17,0° = 57,0, also bei 17,5° = 57,0 — 0,5 = 56,5. Diesem Gewichte entspricht ein Fettgehalt von 3,69%.

Um nach Beendigung einer Untersuchung den Apparat für die folgende Bestimmung in Stand zu setzen, lüftet man den Kork der Schüttelflasche und lässt die Fettlösung in dieselbe zurückfliessen. Hierauf giesst man das Aräometerrohr *B* voll mit gewöhnlichem Aether und lässt auch diesen abfliessen. Treibt man mittelst des Blasebalges einen kräftigen Luftstrom durch den ganzen Apparat, so erhält man denselben rasch rein und trocken, ev. wiederholt man das Ausspühlen mit Aether.

4. Bestimmung der Eiweisskörper.

§ 279. Für gewöhnlich reicht zur Bestimmung der Eiweisskörper die Kjeldahl'sche Stickstoffbestimmung (Seite 255) aus, nur selten wird man dieselben als solche bestimmen. Es soll deshalb nur die von Ritthausen angegebene vorzügliche Methode beschrieben werden:

Eiweisskörper nach Ritthausen.

Man verfertigt sich: 1. Kupfersulfatlösung, 34,64 crystallisirtes Kupfersulfat in 1 Liter (dieselbe dient auch zur Fehling'schen Lösung). 2. Natronlauge. 15 g Aetznatron in 1 Liter. Specifisches Gewicht 1,0180.

Man wiegt ca. 10 g Milch ab, setzt 100 cbcm Wasser und genau 15 cbcm Kupfersulfatlösung zu und rührt um, hierauf 7 cbcm Natronlösung und rührt wieder um. Fast stets entsteht nach wenig Augenblicken ein hellblauer, kleinflockiger Niederschlag, der sich rasch absetzt, und über demselben eine klare farblose kupfer- und eiweissfreie neutrale Flüssigkeit. — Den Niederschlag sammelt man auf gewogenem Faltenfilter, trocknet, wiegt wieder, extrahirt ihn im Soxhlet'schen Apparat mit Aether (Fettbestimmung durch Ermittelung der Gewichtsabnahme). Wiegt jetzt: Filter + Eiweiss + Kupferoxydhydrat (als solches ist das Kupfer auf dem Filter) = A, das Filter allein F. so ist A — F - 0,2026 = Eiweiss; denn das Kupferoxydhydrat aus 5 cbcm Kupfersulfatlösung wiegt 0,2026. — Für sehr genaue Bestimmungen sind nach Pfeiffer noch etwa 16 bis 19 mg mitgefällte Bestandtheile der Milchasche in Abzug zu bringen.

Tritt bei genauem Arbeiten nach obiger Vorschrift statt des hellblauen, kleinflockigen ein dunkelblauer grossflockiger Niederschlag auf, so prüft man die Reaktion. Ist sie alkalisch, so neutralisirt man sehr vorsichtig durch tropfenweisen Zusatz sehr stark verdünnter Salzsäure, ist sie sauer, so wird noch tropfenweise von obiger Natronlauge zugesetzt. Weitere Details siehe bei Pfeiffer.

Ueber die fraktionirte Fällung der Eiweisskörper vergl. Seite 319.

5. Bestimmung des Milchzuckers.

Milchzucker.

§ 280. Das Filtrat von der Ritthausen'schen Eiweissfällung, das frei von Eiweiss, Fett und Kupfer ist, wird auf 400 cbcm verdünnt und nach Seite 263 behandelt.

6. Bestimmung der Asche.

§ 281. Man verascht den Rückstand von der Trockenbestimmung der Milch in der Platinschale nach E. Pfeiffer genau nach den Regeln von Seite 321. Ein Zusatz von Soda oder Natriumbikarbonat lässt sich gewichtsanalytisch nicht scharf nachweisen, da 1 g kalcinirte Soda 1 Liter Milch schon laugenhaften Geschmack verleiht, die Asche aber nur von 0,75 auf 0,85 % erhöht. Die Asche reiner Milch reagirt nur sehr schwach alkalisch, diejenige von Milch, die Soda oder Bikarbonatzusatz erfahren hat, stark. — Vermeidung zu starker Hitze ist bei der Milchveraschung sehr nöthig. Asche.

Der Nachweis von Sodazusatz wird viel praktischer nach Seite 330 gemacht, als in der Milchasche.

Auf Schwermetalle ist nach Abschnitt Gebrauchsgegenstände zu prüfen. Soda.

7. Bestimmung der Reaktion und des Säuregehaltes der Milch.

§ 282. Frischgemolkene Milch hat stets eine amphotere Reaktion, d. h. sie vermag sowohl blaues Lackmuspapier zu röthen, als rothes zu bläuen; allerdings ist hierzu sehr empfindliches blasses neutrales Lackmuspapier nöthig. Diese Eigenschaft verdankt sie ihrem Gehalte von Monokaliumphosphat (H_2KPO_4) mit saurer Reaktion neben Dikaliumphosphat (HK_2PO_4) mit schwach alkalischer Reaktion gegen Lackmus. Reaktion der Milch.

Gegen Phenolphthaleïn, das nur mit basischen Körpern resp. bei Alkaliüberschuss Violettfärbung zeigt, verhält sich Milch wie eine Säure und man kann den „Grad der Acidität" durch das Volum Natronlauge bestimmen, das bis zur Violettfärbung zuzufügen ist. Beim Stehen nimmt die Acidität durch Milchsäurebildung zu, dementsprechend auch die verbrauchte Natronlauge. Es sind zwei Titrirvorschläge gemacht. Säuretitrirung.

Methode von Soxhlet und Henkel. 50 cbcm Milch + 2 cbcm einer alkoholischen 2%igen Phenolphthaleïnlösung werden mit $^1/_4$ Normalnatronlauge titrirt. Für 100 cbcm frische Milch werden meist 7 cbcm Natronlauge (in Würzburg fanden wir bei frischer Marktmilch meist 9—9,7 cbcm) bis zu schwacher Rosafärbung verbraucht. Methode von Soxhlet und Henkel.

Hierbei darf die Milch, wenn vergleichbare Werthe erhalten werden sollen, nicht mit Wasser verdünnt werden, da in diesem Falle (Söldner) für die gleiche Milch weniger Lauge bis zur Rosafärbung verbraucht wird.

Vorschlag von E. Pfeiffer. 10 cbcm Milch (hier genügt Abmessen) werden mit 40 cbcm Wasser verdünnt, einige Tropfen einer konzentrirten Phenolphthaleïnlösung in 50 % Alkohol zugesetzt und nun so lange vorsichtig $^1/_{10}$ Normalnatronlauge zugesetzt, bis eben eine blasse Rosafärbung auftritt. Man verbraucht ca. 2 cbcm. — Oder von $^1/_4$ Normalnatron 0,8—0,9 cbcm bei frischer Milch. (Vergl. Dissertation von J. Clauss, Bakteriol. Untersuch. der Milch in Würzburg u. s. w. 1889.) Methode von E. Pfeiffer.

Nach unsern Erfahrungen braucht man für 100 cbcm unverdünnte Milch etwa 12 mal so viel Natronlauge als für 10 auf 50 cbcm verdünnte. Die Titrirung in der Verdünnung nach Pfeiffer ist angenehmer, da der Farbenwechsel prompter und der Milchverbrauch geringer; namentlich wenn man viele Titrirungen machen muss.

8. Nachweis von Konservirungsmitteln und anderen zugesetzten Chemikalien.

Konservirungsmittel.

§ 283. Die eigentlichen Konservirungsmittel (Benzoësäure, Salicylsäure, Borsäure) werden bei uns selten zur Milch zugesetzt; der Nachweis ist Seite 275 und folg. besprochen. Eine grosse Rolle spielt dagegen das kohlensaure Natron (Soda) und doppeltkohlensaure Natron bei der „Milchverbesserung“, obwohl beide die Milch nicht vor der Säurebildung bewahren, sondern nur die Gerinnung durch die Säure verhindern. Die Abstumpfung der gebildeten Säuren begünstigt sogar die Bildung von weiterer. Der Nachweis eines irgendwie beträchtlichen Sodazusatzes ist leicht und scharf.

Soda.

Methode von E. Schmidt. 10 cbcm der zu prüfenden Milch werden mit 10 cbcm Alkohol und mit einigen Tropfen 1 %iger Rosolsäurelösung gemischt. Reine Milch nimmt hierdurch nur eine bräunlich gelbe Farbe an, während kohlensaures und doppeltkohlensaures Natron enthaltende Milch mehr oder weniger rosaroth gefärbt erscheint. Ein Zusatz von 0,1 % doppeltkohlensauren Natrons lässt sich durch diese Reaktion namentlich dann noch mit grosser Schärfe erkennen, wenn gleichzeitig die nämliche Probe zum Vergleich mit normaler Milch ausgeführt wird. Phenolphthaleïnlösung ist zu diesem Zwecke nicht verwendbar.

Sehr empfohlen zur quantitativen Bestimmung des zugesetzten Bikarbonats wird die Methode von Padé, die vom Interessenten in der Chem. Zeitg. 1889, Repertor. 228 nachgesehen werden mag.

9. Chemische Untersuchung geronnener Milch.

Geronnene Milch.

§ 284. Es kann vorkommen, dass Milch auf dem Transport geronnen in's Laboratorium kommt. In diesem Falle sucht man sich umgehend eine neue frische Probe zu verschaffen; die geronnene Milch aber wird in der Flasche kräftig geschüttelt, ein Theil davon auf ein Filter gegossen und im Filtrat das spec. Gewicht (S. 20) ermittelt, das nicht unter 1,027 fallen soll. Zu dem noch in der Flasche befindlichen Rest setzt man etwas konzentrirtes Ammoniak, bis dieses etwas vorwaltet, schüttelt wieder und kann nun Trockensubstanz und Fett gewichtsanalytisch bestimmen, hat aber auf einen etwaigen Milchsäuregehalt des gewogenen Fettes zu achten. Das filtrirte Serum prüft man nach dem Bestimmen des specifischen Gewichtes auf Metalle, die beim Stehen in schlecht glasirten oder Metallgefässen hineingelangt sein könnten (S. 344).

10. Bakteriologische Untersuchung der Milch.

§ 285. Die Milch ist im Euter der gesunden Kuh pilzfrei; stets gelangen aber vom Euter, von den Händen des Melkers, durch Kothpartikelchen, durch die niemals pilzfreien Melkgefässe und endlich durch die Stalluft Pilze in die Milch, die sich, wenn letztere nicht sofort auf sehr niedere Temperaturen gebracht wird, sehr schnell vermehren. Wird eine Milch mit Wasser verdünnt, so wird auch hierdurch eine Bakterieneinsaat gemacht. **Bakteriologische Untersuchung.**

Die Methode der Untersuchung ist die für Flüssigkeiten übliche. Deckglasausstrichpräparate aus Milch anzufertigen empfiehlt sich nicht, der Fett- und Eiweissgehalt stört das Zustandekommen guter Präparate. Am besten finde ich, die Deckgläschen dünn zu bestreichen, trocknen zu lassen, nicht durch die Flamme zu ziehen, 2 h Stunden auf Aether schwimmen zu lassen und dann zu färben. Viel wichtiger ist die Untersuchung durch Kultur; bei dem hohen Pilzgehalt ist sehr starke Verdünnung und Verwendung von Agar zu den Platten nöthig. Es empfiehlt sich für frische Milch 5 cbcm Milch erst zu 100 cbcm sterilisirten Wassers zu fügen, davon wieder 1 cbcm zu 100 cbcm sterilisirten Wassers zu setzen, und endlich hiervon 1 cbcm zur Platte zu verwenden. Die Pilzzahl der Platte mit 2121 multiplizirt giebt die Pilzzahl in 1 cbcm. — Milch, die längere Zeit bei höherer Temperatur gestanden hat, ist noch 100 mal stärker zu verdünnen. Sollen die einzelnen Arten aus der Milch isolirt werden, so kann noch grössere Verdünnung nöthig werden. **Methoden.**

Nach dieser Methode fand Clauss in meinem Laboratorium in der frischen Würzburger Milch im Winter Morgens 8 Uhr im Milchgeschäft oder beim Milchbauern gekauft und in einem sterilisirten Gefäss höchstens $^1/_2$—1 h vor dem Fenster mit Watte verschlossen aufbewahrt 1,2—2,3 Millionen Spaltpilze (nur einmal nur 222000), Hohenkamp im Sommer 1,9—7,2 Millionen. — Steht die Milch bei einer Temperatur von ca. 25°, so nimmt der Pilzgehalt in 24 h auf das 1—2000fache zu, bei 10° etwa auf das 20fache; bei Temperaturen wenig über Null erfolgt nur eine unbedeutende Zunahme; Temperaturen unter Null vermindern den Pilzgehalt auf etwa $^2/_3$. **Resultate.**

Die in der Milch gewöhnlich gefundenen Arten sind: Bacillus acidi lactici (Seite 85), Bacillus butyricus (Hüppe); Clauss fand in Würzburg regelmässig noch 2 weisse die Gelat. festlassende Kokken, den Fluorescens liquefaciens und einen dem Milchsäurebacillus ähnlichen „Fächerbacillus". — Die eine Kokkenart liess die Reaktion der Milch unverändert, die andere veranlasste schwache Säurebildung, während Milchsäurebacillen, Fluorescens und Fächerbacillen etwa gleich stark Säure bilden. Grotenfeld beschrieb auch einen anaëroben Streptcoccus, der Milchsäure produzirt. **Die wichtigsten Milchpilze.**

Löffler untersuchte Milch, die oberflächlich gekocht, mit Watte verschlossen, sich allmählich zersetzt hatte. Er fand lauter Eiweiss angreifende, peptonisirende, alkalische Reaktion produzirende, sporenbildende Stäbchen, darunter Bacillus mesentericus vulgatus und liodermos (Seite 86 und 88).

Blaue Milch enthält den Bacillus cyanogenus (Seite 87), rothe Milch den Bacillus prodigiosus oder den Bacillus der rothen Milch (Seite 89) oder die neuesten Datums entdeckte Sarcina rosea (Cent. f. Bakt. VI 596), gelbe Milch den Bacillus synxanthus Flügge, Mikroorganismen S. 290). Schleimig fadenziehend wird die Milch durch einen von Schmidt-Mühlheim und Löffler untersuchten kurzen, plumpen Bacillus, der

Neigung hat in kokkenartige Segmente zu zerfallen. Der „Schleim" ist ein gummiartiges Kohlehydrat, das aus dem Milchzucker durch die Pilzthätigkeit hervorgeht. Neuere Arbeiten scheinen übrigens darzuthun, dass verschiedene Mikroorganismen die Milch fadenziehend machen; so verursacht ein Mikrococcus „die lange Wei" in Holland (Milchztg. 1889 S. 421, 955), wogegen Adametz einen Bacilus lactis viscoscus beschreibt (Milchztg. 1889, S. 941). Auf dem Gebiete der Milchzersetzung durch Spalt- u. a. Pilze wird in neuester Zeit sehr intensiv gearbeitet und sind noch viele neue Aufschlüsse zu erwarten.

Alle diese Pilze gelangen erst nach dem Melken in die Milch. Leicht können unter Umständen pathogene Pilze (Typhus-, Cholera-, Eiterung erregende Arten u. s. f.) in die Milch kommen und sich theilweise darin vermehren. Siehe Seite 346.

Die Milch kranker Thiere kann eine Reihe pathogener Organismen enthalten, namentlich: Tuberkelbacillen, Eiter erregende Kokken u. s. f. Der Nachweis der Tuberkelbacillen durch Färbung misslingt meist; viel sicherer ist es, 10—15 cbcm der Milch Meerschweinchen in den Peritonealraum zu injiciren. Die Milch muss hierbei möglichst frisch sein; etwa 4 Wochen nach der Infektion werden die Thiere getödtet; es zeigt sich dann dass charakteristische Bild der Tuberkulose des Bauchfells. Ueber Soorpilz (Monilia candida) vergl. Seite 100, derselbe ist durch Plattenkulturen leicht nachweisbar.

(Anhang zu Kapitel 8.)

11. Ueber den Zusammenhang der Milchgerinnung mit den äusseren Verhältnissen.

Zersetzung und Temperatur.

§ 283. Milch mittlerer Haltbarkeit (d. h. mittlerer Verunreinigung bei normaler Zusammensetzung) gerann bei Soxhlet bei 35^0 in 19^h, bei 30^0 in 21^h, bei 25^0 in 29^h, bei 20^0 in 48^h, bei $17^1/_2{}^0$ in 63^h, bei 15^0 in 88^h, bei 10^0 in 198^h.

Während 100 cbcm frische bei Händlern gekaufte Milch nach Soxhlet titrirt in Würzburg ca. 9,5 cbcm $^1/_4$ Normalnatronlauge zur Neutralisirung erforderte, verbrauchte Milch im Beginn des Gerinnens 30, gelatinös geronnen etwa 34, und käsig geronnen 37—43,8 cbcm, $^1/_4$ Normalnatronlauge.

Zunahme des Säuregrades.

Der Säuregrad in der Milch (der bequemste Maasstab für Zersetzungen) bleibt, wenn sie sofort abgekühlt wird, lange auffallend konstant (Inkubationsstadium nach Soxhlet); bei 10^0 verharrt „Milch mittlerer Haltbarkeit" 52 bis 72^h ohne bemerkbare Aenderung der Säuerung, bei 15^0 36^h, bei 35^0 $3—8^h$.

Inkubation.

Die Inkubationszeit hat offenbar die Bedeutung, dass die merkliche Wirkung der Spaltpilze erst beginnt, wenn sie sich genügend vermehrt haben, was bei verschiedenen Temperaturen verschieden lang dauert. Setzt man zu frisch gemolkener Milch kleine Mengen bakterienreicher saurer Milch, so wird die Inkubation und die Gerinnungsdauer sehr verkürzt.

Die wichtigste Ursache der Milchgerinnung ist die Bildung von Milchsäure (Seite 331).

Die Gerinnung erfolgt nach Segelke durch 0,55—0,60 % freie Milchsäure schon bei Zimmertemperatur, bei 0,20 % erst beim Kochen.

Grösste Reinlichkeit bei der Gewinnung, rasche sofortige Abkühlung und kühle dauernde Aufbewahrung sind somit die Grundbedingungen für eine rationelle Milchkonservirung.

Es seien hier noch Milchprüfungsmethoden erwähnt, die zwar für Käsereien erdacht, aber gewiss weiterer Verwendung fähig sind (vergl. Herz, Kuhmilch):

1. Die Gährprobe von Schatzmann. Je 100 cbcm Milch werden in sterilisirten mit Porzellandeckeln versehenen Glascylindern bei 40° im Wasserbad gehalten. Nach 6h und 9h darf eine Milch keine Andeutung von Gährung, Gerinnung u. s. f. zeigen. Nach 12h eintretende Gerinnung lässt die Milch verdächtig erscheinen. Gährprobe.

2. Die Kaseïnprobe von Schatzmann. Werden 100 cbcm Milch mit 2 cbcm einer Lablösung von bestimmter Konzentration versetzt (1 Labtablette auf 500 Wasser), so gerinnt die Milch in einem Wasserbade von 35° nicht rascher als in 10 und nicht später als in 20 Minuten. — Kolostrum und säuernde Milch gerinnt in 7—8 Minuten, salzige Milch spät oder gar nicht, Milch von fiebernden Thieren langsam; bei Euterentzündung ist die Gerinnung flockig, nicht kompakt u. s. f. Kaseïnprobe

Aus den beiden Methoden hat Diethelm eine 3. kombinirt, die speziell für die Käserei werthvoll ist, weniger für die Hygiene (Käsegährprobe).

12. Unterscheidung von ungekochter und gekochter Milch.

§ 287. 1. Ungekochte Milch bläut Guajactinktur, gekochte nicht. Nach Arnold soll dies auf einem Ozongehalt beruhen. Gekochte und ungekochte Milch.

2. Beim Kochen der Milch entweicht nach Schreiner Schwefelwasserstoff, gekochte Milch enthalte keinen mehr. Der Geruch und Geschmack erleidet durch Kochen merkliche Veränderungen.

3. Vor dem Kochen braucht (nach Schreiner) eine Milch 10—12% mehr von einer 0,1—0,2% Schwefelsäure als nach dem Kochen, um koagulirt zu werden.

4. Das Kochen vermehrt die Undurchsichtigkeit einer Milch sehr bedeutend, offenbar durch Aggregatsänderung der gequollenen und gelösten Eiweisskörper. — Hierzu gehört auch die Häutchenbildung beim Kochen.

Anhang zu Abschnitt A: Untersuchung der Milch.

§ 288. Die Untersuchung der Milch durch die Marktpolizei.

Um die Kontrolle der Milch zu erleichtern, hat man fast überall in den Städten Polizeidiener oder besondere Marktinspektoren mit einer Vorprüfung beauftragt. Diese Personen sind angewiesen, die Milch der milchverkaufenden Viehbesitzer und Milchhändler in unregelmässigen Zwischenräumen mit den ihnen übergebenen Quevenne'schen Milchwagen und eventuell dem Feser'schen resp. Dietzsch'schen Laktoskop zu untersuchen. Bei Anwendung der Milchwagen ist die Milch im Verkaufsgefässe, das bezeichnet sein muss (S. 334), gut umzurühren, in einen geeigneten Glascylinder einzufüllen, die Temperatur nach Celsius abzulesen. Für jeden Temperaturgrad über 15° Celsius werden 0,2 Grade der Milchwage addirt, für jeden unter 15° 0,2° subtrahirt, da Korrektionstabellen kaum in die Hände der Polizeiorgane passen. Finden die Marktaufseher so bei ganzer Milch Gewichte unter 30 oder über 34°, bei abgerahmter Milch unter 33°, bei centrifugirter Milch unter 33,5°, so ist die Milch als verdächtig zu bezeichnen, ½—¾ Liter davon in eine reine trockne Flasche zu füllen, mit reinem neuen Kork zu verschliessen, das vorstehende Ende abzuschneiden

Marktpolizeiliche Milchkontrolle. Milchwage. Kriterien.

und die Flasche sofort versiegelt dem amtlichen Chemiker zu überschicken. Es ist ein Zettel beizufügen mit folgenden Notizen: Datum (Tag und Stunde), die Zahl der abgelesenen Laktodensimetergrade, die beobachtete Temperatur, die Nummer des Laktodensimeters (dessen Korrektionstabelle beim Chemiker liegt), eventuell Beobachtungen über abnormes Aussehen, Geruch, Geschmack der Milch, endlich die Personalien des Verkäufers nebst den Aussagen desselben über die Provenienz, die Melkzeit, den Gesundheitszustand, die Fütterungszeit der Kuh oder Kühe, und den muthmasslichen Grund der schlechten Beschaffenheit der Milch.

Laktoskop.

Wo man den Marktinspektoren auch Laktoskope in die Hand giebt, haben sie in Fällen, wo sie bei normalem specifischem Gewicht durch das wässerige Aussehen Verdacht schöpfen, es möchte eine kombinirte Fälschung vorliegen, den Versuch zu machen, sich durch die optische Methode Klarheit zu verschaffen (2,5—3 % Fett gilt je nach der Gegend als Minimalforderung) — es wird aber stets gut sein, wenn der Chemiker jede einem erfahrenen Marktaufseher bei der Inspektion verdächtige Milch zu untersuchen bekommt und die Polizei nicht weiter mit Prüfungsmethoden behelligt wird, deren Unzuverlässigkeit längst nachgewiesen ist. Von Zeit zu Zeit ist die Milch sämmtlicher Milchhändler und Bauern chemisch zu untersuchen.

B. Die normale Zusammensetzung der Milch und ihre Schwankungen durch Thierrasse, Fütterung etc. etc.

Vollmilch. Sammelmilch.

§ 289. Die Milch, wie sie durch vollständiges Ausmelken der Euter einer Kuh erhalten wird, heisst Vollmilch, ganze Milch; gewöhnlich kommt aber die volle Milch mehrerer Kühe gemischt auf den Markt als Sammelmilch, bei der die individuellen Milchverschiedenheiten der einzelnen Thiere ausgeglichen sind. Nach den Marktvorschriften der meisten Städte muss die ganze Milch in Blechgefässen verkauft werden, die deutlich die Aufschrift „Vollmilch" (V. M. oder M.) tragen; ebenso muss Milch, welche vor dem Verkauf zur Rahmgewinnung abgerahmt wurde, als „Abgerahmte Milch" (A. M.), bezeichnet werden, während die Milch, welche mit der Centrifuge fast vollständig entrahmt wurde, als centrifugirte Milch oder Schleudermilch zu bezeichnen ist.

Die Zusammensetzung einer vollen Milch ist:

Grenzwerthe und Durchschnitt.

	Grenzwerthe	Durchschnitt		
	Medicus	Dietzsch	König	Fleischmann
Wasser	83,65—90,0	87,5	87,17	87,75
Fett	2,80— 4,5	3,5	3,69	3,40
Kaseïn	3,00— 5,0	3,5	3,55	3,60
Albumin	0,30— 0,6			
Milchzucker	3,00— 5,5	4,8	4,88	4,50
Asche	0,60— 0,8	0,7	0,71	0,75
Trockensubstanz	10,0 —16,35	12,5	12,93	12,25

Das specifische Gewicht beträgt bei 15° 1,029—1,034.

Im Allgemeinen muss hervorgehoben werden, dass die von einem Thier gelieferte Milchmenge und ihr Gehalt an Trockensubstanz und Fett vielfach in entgegengesetztem Verhältnisse stehen; jedenfalls steht fest, dass die sehr reichlich Milch produzirenden holländer Kühe eine viel wässerigere Milch produziren (oft nur um 2 1/2 % Fett herum) als andere Rassen, die hinwiederum nur geringere Milchmengen liefern. Verhältnissmässig weniger als der Gehalt an Fett (2,5—4,5 %) schwankt der an fettfreier Trockensubstanz (Gesammttrockensubstanz — Fett), der sich nur zwischen 7,8 und 10,2 bewegt. — In jeder Gegend sind vom Analytiker Erfahrungen über die durchschnittliche Zusammensetzung in den einzelnen Monaten zu sammeln; Mittelwerthe für weitere Bezirke oder ganze Länder lassen sich nur zur Orientirung aufstellen. Milchmenge und Fettgehalt.

Magermilch (abgerahmte Milch) ist stets in beginnender Säuerung, da bis zum Aufrahmen circa 24—48^h verlaufen. Der Fettgehalt schwankt sehr; Grenzzahlen sind nicht anzugeben, das specifische Gewicht beträgt 1,032—33 und mehr, wenn nicht gleichzeitig gewässert wurde. Magermilch.

Centrifugirte Milch enthält nach Fleischmann und Dietzsch etwa 0,2—0,6 % Fett, und besitzt ein specifisches Gewicht von 1,0335—1,036. Centrifugirte Milch.

Halbmilch darf leider an vielen Orten verkauft werden z. B. Berlin, Zürich; sie besteht aus entrahmter Abendmilch und ganzer Morgenmilch oder sonstwie theilweise entrahmter Milch. Ihr Verkauf sollte verboten werden, denn er schafft eine kaum kontrollirbare Milchmittelsorte von schwer definirbarer Beschaffenheit. Halbmilch.

§ 290. Neben den oben erwähnten von der Thierrasse abhängigen Verschiedenheiten kommen noch Veränderungen der Zusammensetzung der Milch durch eine grosse Reihe von oft schwer zu beurtheilenden Einflüssen zu Stande. Einflüsse auf Geruch und Geschmack siehe Seite 344.

1. Die Fütterung äussert namentlich dann einen Einfluss, wenn man die Kühe zur Aufnahme sehr wässerigen Futters (Schlempe [1]), Rübenschnitzel [2]) oder (z. B. durch Salzgaben) von viel Wasser neben ungenügendem Trockenfutter veranlasst. Dann wird die Milch sehr reichlich, aber gleichsam im Thier schon gewässert, gleichzeitig ärmer an Fett und an sonstiger Trockensubstanz. Im Allgemeinen verfliessen stets einige Tage, ehe der volle Einfluss einer solchen Fütterungsänderung hervortritt, vor 1—2 Tagen ist er selten zu bemerken. Kleine Aenderungen in der Fütterung sind überhaupt auf lange hinaus ohne wesentlichen Einfluss. Bei Weidegang wird die Milch rasch fettreicher als bei Stallfütterung. Einfluss der Fütterung auf die Zusammensetzung.

---

[1]) Schlempe nennt man die Rückstände von der Spiritusfabrikation und unterscheidet nach dem verwendeten Ausgangsmaterial namentlich: Getreide-, Kartoffel-, Rübenschlempe. Es besteht dieselbe vorzugsweise aus Wasser (ca. 90 %), der Cellulose und den Eiweisskörpern, neben wechselnden kleinen Mengen unvergohrener Stärke resp. Zucker.

[2]) Rübenschnitzel sind die extrahirten Rückstände der Zuckerfabrikation.

Verdorbenes Futter.

Was die einzelnen Futterarten betrifft, so ist folgendes zu beachten: Jedes Futter ist in verschimmeltem, fauligem, ja sogar meist auch in sauerem, gährendem Zustande für die Kuh und die Milch nachtheilig. Als gutes Futter ist im Allgemeinen namentlich Heu (besonders Kleeheu), Grünfutter von Kleefeldern oder guten Wiesen, alle Getreidesorten aufzufassen. Runkelrüben, gekochte Kartoffeln, frische oder frisch getrocknete Biertreber (Rückstände der Brauerei), mässige Mengen Malzkeime sind ebenfalls rationelle Fütterungsmittel; rohe Kartoffeln, Kartoffelkraut, Obst und Obstabfälle, Rübenkraut, saure Molke u. s. f. sind zu verwerfen (nach den Milchlieferungsbedingungen des milchwirthschaftlichen Vereins im Algäu).

Schlempe.

Die Frage der Schlempefütterung ist nach König so zu beantworten: Die bei der Stärkefabrikation gewonnene und die Melasseschlempe ist ein ungesundes Futter, sowohl frisch als getrocknet. Frische, nicht sauere, und frisch getrocknete Getreide- und Kartoffelschlempe dagegen ist zulässig, doch sollten Milchkühe nicht über 20 Liter frische Schlempe pro Tag erhalten, da sonst die Milch zu wässerig wird und bei Kindern Durchfälle macht.

Ein sicherer chemischer Nachweis der Verwendung dieser Stoffe ist kaum zu führen. Geruch und Geschmack, gelegentlich abnormer Wassergehalt oder schlechte Bekömmlichkeit müssen den Erfahrenen auf die Spur führen.

Arbeit.

2. Mässige Arbeit der Kühe hat keinen Einfluss auf die Milch; sehr angestrengte Arbeit kann ganz abnorme Milch mit wenig Fett und Trockensubstanz und vermehrter Mineralsubstanz liefern.

Melken.

3. Von grosser Bedeutung für die Beschaffenheit der Milch ist die Art des Melkens. Im Euter der Thiere findet ein Aufrahmen der Milch ähnlich wie in einem Gefässe statt; aus diesem Grunde sind die zuerst gemolkenen Proben fettarm, die letzten fettreich. Schmidt-Mühlheim fand so in den erstgemolkenen 500 cbcm bei verschiedenen Kühen 0,8; 0,6; 0,8; 0,6 in der zuletzt gemolkenen Portion 5,6; 4,8; 5,1; 4,9 % Fett d. h. ungefähr das 7fache der ersten Portion.

Gebrochenes Melken.

Das Euter muss stets ausgemolken werden.

Daraus ergiebt sich, dass nur eine gute Durchschnittsmilch gewonnen werden kann, wenn das Euter ganz ausgemolken und die erhaltene Milch gut gemischt wird. Es leuchtet ein, dass das in Milchkuranstalten noch immer so beliebte Einmelken der Milch in's Glas eine höchst ungleich zusammengesetzte Milch liefert, also zu verlassen ist, worauf die Kurärzte hinzuwirken hätten. Zweitens steht fest, dass es ohne Weiteres als Betrug zu bezeichnen wäre, wenn ein Milchproduzent z. B. das letzte Bruchtheil eines Gemelkes getrennt auffangen und als Rahm oder zur Butterproduktion verwenden wollte (Würzburger „Dreigroschenrahm“ nach Herz), während er die zuerst ausgemolkene (gewissermassen im Thier schon abgerahmte Milch) als ganze Milch verkaufte. Fleischmann sagt ganz richtig: „Jeder Milchkäufer setzt stillschweigend voraus, dass er Milch erhält, welche der Beschaffenheit des Durchschnittes einer oder mehrerer Kühe entspricht, und jeder Verkäufer erkennt diese Voraussetzung als selbstverständlich an“. Die ersten paar Striche beim Melken sollen aber nicht aufgefangen werden, sondern gewissermassen zum Ausspülen der Milchausführungsgänge (Entfernung von Unreinigkeiten und eingedrungenen Pilzen) dienen.

Melkzeit.

4. Die Melkzeit hat keinen deutlichen Einfluss auf die Milchbeschaffenheit, wenn man in genau gleichen Intervallen von 12 Stunden melkt d. h. Abendmilch und Morgenmilch. Melkt man 3 mal z. B. Morgens, Mittags und Abends, so ist die Milchmenge nach den kleineren Intervallen also Mittags und Abends kleiner, aber ihr Prozentgehalt an Fett und Trockensubstanz ein wenig grösser. Eine Kuh liefert zu genau gleichen Zeiten an aufeinanderfolgenden Tagen gemolken, selbst wenn Futteränderungen vorgenommen werden, eine fast gleich zusammengesetzte Milch; auf dieser Thatsache beruht das Verfahren der Stallprobe (s. u.).

5. Das Alter der Kuh resp. die Zahl der Geburten hat auch auf die Milch einen gewissen noch wenig gekannten Einfluss. Man lässt die Kühe im 3. Jahre zuerst concipiren, die Gravidität dauert 284 Tage; kurz vor und nach der Geburt wird Kolostrum, dann ca. 300 Tage lang Milch abgesondert. Alter.

Die Milchmengen nach den einzelnen Geburten steigen von 1530 Liter bei der ersten, auf 2350 bei der 6. und fallen bis 480 Liter bei der 14. Geburt (Fleischmann). Ein klarer Einfluss der Zahl der Schwangerschaften auf die Zusammensetzung der Milch ist bisher nicht aufgedeckt; alte Kühe geben oft auffallend schlechte Milch. Untersuchungen von Vieth in England ergaben an kolossalem Analysenmaterial, dass Oktober, November, Dezember stets die beste Milch liefern; es scheint dies weniger auf Ernährungsverhältnisse, als darauf zurückzuführen, dass um diese Zeit die meisten Kühe altmilchend sind d. h. sich dem Ende der Laktationsperiode nähern. Zahl der Geburten.

6. In ganz unregelmässiger Weise verändert sich die Milch, wenn sich bei den Kühen im Verlaufe der Laktationsperiode die Brunst wieder einstellt; die Milch bleibt bald unverändert, bald wird sie spärlich etwas gehaltreicher, gelegentlich gerinnt sie beim Kochen sogar in frischem Zustande; andere Male bleibt sie an Quantität unverändert, ist aber dünn und gehaltarm. Brunst.

7. Von bedeutendem Einfluss auf die Milch ist ein Erkranken der Kühe; Magendarmstörungen wirken wie schlechte Nahrung. Nach Fleischmann sinkt das specifische Gewicht oft bei einfachen Verdauungsstörungen auf 27 bis 29°. — Was im engen Rahmen dieses Buches über spezielle Abnormitäten der frisch gemolkenen Milch gesagt werden kann, ist bei der Beurtheilung der Milch erwähnt. Erkrankungen.

Anhang zu Abschnitt B.

Die häufigsten Fälschungen der Milch.

§ 291. Die beliebtesten Fälschungen der Milch bestehen in mehr weniger vollständiger Entrahmung einerseits und Wasserzusatz andererseits; häufig werden von den Fälschern diese Methoden aus folgenden Gründen gleichzeitig angewendet. Die häufigsten Fälschungen.

Entzieht man einer Milch einen grossen Theil ihres leichtesten Bestandtheiles des Fettes (specifisches Gewicht 0,93 bei 15°), so wird sie dadurch specifisch schwerer und eine einfache Bestimmung des specifischen Gewichtes entdeckt den Betrug. Setzt man dagegen einer Milch, die ja doch durch die gelösten Salze, Zucker und Eiweisskörper, trotz ihres Fettgehaltes noch immer schwerer als Wasser ist (1,029—1,033) Wasser zu, so wird ihr specifisches Gewicht unter das normale sinken und so die Fälschung verrathen. Es leuchtet ein, dass eine gleichzeitige Entrahmung und Wässerung, wenn dieselbe unter Kontrolle des Aräometers ausgeführt wird, eine Milch von dem gleichen specifischen Gewichte liefern kann, wie es die ganze Milch hatte. Entrahmung. Wasserzusatz.

Die gewiegten Milchfälscher setzen der reinen oder gewässerten Vollmilch soviel abgerahmte Milch zu, dass gerade noch das polizeilich vorgeschriebene specifische Gewicht herauskommt; oder sie versetzen die abgerahmte Milch mit der geringsten Menge Vollmilch, welche das vorgeschriebene Gewicht von Halbmilch erzielen lässt. Kombinirte Fälschung.

Besondere Zusätze.

Neben diesen Fälschungsmethoden treten alle anderen weit zurück. Es ist unzweifelhaft, dass die in den Büchern immer wieder erwähnten Beimischungen von Kreide, Kalkmilch, Gummi, Mandelölemulsion, Rohrzucker, Stärke oder gar gequirltem Kalbshirn (!) in neuerer Zeit wenigstens nur sehr selten beobachtet worden sind, ich spreche daher hier nicht näher von ihrem (übrigens meist leichten) Nachweis. Ueber den Stärkezusatz siehe Seite 318, Gummi siehe S. 258, Rohrzucker siehe S. 264; übrigens verräth sich 1 % Rohrzucker schon durch den Geschmack. Ueber Soda und Konservirungsmittel siehe Seite 330. Einmal wurde auch Ultramarin gefunden: 82 mg pro Liter.

Erwärmen.

In Frankreich ist eine raffinirte Fälschung schon einigemal nachgewiesen: Man setzt zu ganzer Milch eine Menge erhitzter abgerahmter Milch, der man die durch Abrahmen verlorene Durchsichtigkeit durch Erhitzen wiedergegeben hat. Eine chemische Untersuchung entdeckt natürlich den Fettentzug leicht, optische Methoden lassen aber ganz im Stich.

C. Die Beurtheilung der Milch.

Milch muss ungekocht zuträglich sein.

§ 292. Da Milch vielfach ungekocht genossen wird, so handeln die folgenden Seiten stets von der Beurtheilung der ungekochten Milch. Wenn auch durch Kochen eine Anzahl der aufgezählten Gründe zur Beanstandung hinfällig werden, so müssen dieselben deshalb doch unvermindert bei der Beurtheilung in die Wagschale fallen, da die Milch allgemein ungekocht verkauft wird, Niemand im Volke bisher von der Nothwendigkeit des Kochens überzeugt ist und man der Milch auch nicht ohne weiteres ansieht, ob sie gekocht werden muss resp. ob sie gekocht ist oder nicht. Die wichtigsten Fragen, die wir zu beantworten haben, sind folgende:

Hauptfragen

1. Besitzt die vorliegende Milch den Gehalt an Nährstoffen, wie wir ihn erwarten müssen, und wenn nicht, warum nicht?
   a) Weil das Vieh in einem für Milchproduktion ungeeigneten Zustande ist?
   b) Weil betrügerische Manipulationen mit derselben vorgenommen wurden?
2. Ist die Milch frisch, mit allen Eigenschaften eines Genussmittels versehen, d. h. wohlschmeckend, von normalem Aussehen u. s. f. oder unappetitlich, unreinlich, in Zersetzung begriffen resp. schon zersetzt?
3. Ist die Milch frei von schädlichen Substanzen und fremden Zusätzen überhaupt?
   a) Von chemischen Giften?
      1. aus der Kuh,
      2. sekundär hineingelangt.
   b) Von sonstigen Zusätzen (Wasser, Konservirungsmittel, Stärke etc.)?
   c) Von Infektionserregern?
      1. aus der Kuh,

2. sekundär hineingelangt, namentlich durch die Berührung mit unreinen Händen und Gefässen, durch Wasserzusatz, eventuell durch Stehenlassen in Krankenzimmern oder verseuchten Ställen.

Sowie einer dieser Punkte für den Verkäufer ungünstig beantwortet ist, hat der Hygieniker die Milch zu beanstanden, gleichgültig, ob Erkrankung oder schlechte Fütterung der Kühe oder absichtliche Verfälschung stattgefunden hat.

1. Beurtheilung der Milch in Hinblick auf ihren Nährwerth.

§ 293. Bleibt eine Milch in ihrem Gehalt an Fett und Trockensubstanz unter dem Minimum, das durch lokale Verordnung für die betreffende Gegend[1]) gefordert wird, so ist sie als minderwerthig zu bezeichnen. In den meisten Gegenden Deutschlands dürfte $2^1/_2$—3 % eine leicht erfüllbare Forderung an Vollmilch darstellen; der Entwurf zu einer Reichsverordnung über Milchkontrolle wollte sich mit $2^1/_2$ % Fett begnügen, was wenigstens in Süddeutschland eine gewaltige Entrahmung begünstigen hiesse. — Berlin verlangt 2,7 % Fett, Paris 3,5 %, New-York 3 %. Nährwerth.

Eine minderwerthige Milch muss der Arzt vom Standpunkte der Ernährungsphysiologie als ein wenig geeignetes Nahrungsmittel namentlich für Kranke und Kinder bezeichnen, ihre Anwendung z. B. kann den Erfolg von Milchkuren fraglich machen.

Hat das Gericht festzustellen, ob die minderwerthige Milch mit oder ohne Schuld des Verkäufers minderwerthig ist, so interessirt den Hygieniker die Frage, ob nicht die Milch neben ihrer Minderwerthigkeit noch andere bedenkliche Eigenschaften besitze. Hierzu ist eine Untersuchung des Grundes der Minderwerthigkeit nöthig.

2. Beurtheilung des Wasserzusatzes und der Entrahmung.

§ 294. Handelt es sich um die aus sehr vielen Milchproben gemischte Milch der Milchhändler, so wird sich ein Urtheil über Wasserzusatz und Entrahmung leicht sicher fällen lassen, da ja Mischmilch stets der Durchschnittsmilch der Gegend entsprechen müsste. Erkennung von Wasserzusatz und Entrahmung

Haben wir es mit der Sammelmilch eines kleinen Milchproduzenten (3 bis 4 Kühe) zu thun, so wird hier das Urtheil schon unsicherer ausfallen, da ja wirklich einmal mehrere Kühe gleichzeitig abnorm schlechte Milch liefern könnten; ganz unsicher kann der Entscheid werden, wenn es sich nach der Aussage des Produzenten um die Milch einer einzigen Kuh handelt. Sammelmilch und Milch einer Kuh.

In diesen beiden letzten Fällen kann ein absolut sicherer Entscheid nur durch die sogenannte Stallprobe erreicht werden. Sobald als thunlich (1 bis Stallprobe.

1) Diese Zahl ist durch Stallproben zu ermitteln.

spätestens 3 Tage nach der Beanstandung der Milch) müssen zur gleichen Stunde wie das vorige Mal die Kuh resp. die Kühe unter amtlicher Kontrolle (Bürgermeister resp. dessen Stellvertreter) von sachverständiger (eventuell auf Wunsch der Kontrolle von fremder) Hand vollständig in leere Gefässe ausgemolken werden. Hierauf muss die Milch sehr gut gemischt werden zur Probeentnahme.

Verfahren, wenn die Stallprobe schlechte Milch liefert.

Ist die Milch beide Mal identisch befunden worden, so trifft den Verkäufer resp. Produzenten zwar keine Strafe, doch muss die Hygiene verlangen, dass auch in diesem Falle eine entschieden minderwerthige Milch vom Verkaufe ausgeschlossen werde oder dass wenigstens öffentlich bekannt gegeben werde, dass gegenwärtig die Kühe des N. N. eine minderwerthige Milch liefern. Erst wenn der Produzent, wie eine neue Untersuchung darzuthun hätte, wieder (durch verbesserte Fütterung, geringere Anstrengung seiner Thiere etc.) normale Milch zu liefern im Stande ist, wäre dies wiederum bekannt zu machen. Jedenfalls würden solche Mittel sehr rasch zur Verbesserung der Milchqualität führen und haben in Braunschweig z. B. bereits thatsächlich dazu geführt.

Genaue quantitative Berechnung der Milchfälschung.

§ 295. Häufig wird allerdings, nachdem die Analyse verdächtige Zahlenwerthe in einer Milch ergeben, auch die Stallprobe den Produzenten nicht entlasten, vielmehr, indem sie den Betrug offenkundig macht, noch sicherer der Strafe entgegenführen. Es wird dann in solchen Fällen verlangt, dass der Sachverständige ein Urtheil darüber abgebe, was mit der Milch geschehen sei, ob nur Entrahmung, nur Wasserzusatz oder beides. Liegt eine Stallprobe vor, so lassen sich diese Fragen exakt beantworten, fehlt eine solche aus irgend welchem Grunde, so ist die Durchschnittszusammensetzung der Milch der Gegend zu Grunde zu legen.

Zahlreiche Formeln sind schon aufgestellt, um aus dem specif. Gewichte und dem Fettgehalte, den beiden am raschesten zu bestimmenden Grössen, die übrigen Konstanten der Milch zu berechnen. Von denselben verdienen wohl die neuen Fleischmann'schen Formeln (Dammer's Lexikon der Verfälschungen, Artikel Milch von Fleischmann) die grösste Beachtung.

Fleischmann's Formeln.

Es ist im Folgenden

s = spec. Gewicht der Milch,
d = Laktodensimetergrade d. h. spec. Gewicht der Milch minus spec. Gewicht des Wassers,
f = Fett in Gewichtsprozenten,
t = Trockensubstanz in Gewichtsprozenten,
r = Fettfreie Trockensubstanz = (t—f) in Gewichtsprozenten,
m = spec. Gewicht der Trockensubstanz.

Dann finden folgende Beziehungen statt, die t aus f und s zu berechnen gestatten.

$$1)\ t = 1{,}2f + 2{,}665\ \frac{100\,s - 100}{s}$$

$$2)\ f = 0{,}833\,t - 2{,}22\ .\ \frac{100\,s - 100}{s}$$

$$3)\ m = \frac{t}{t - \frac{100\,s - 100}{s}}$$

Wir werden nun folgendermassen, aus den gefundenen Werthen für s, f, t und m Schlüsse ziehen. (Durchschnittszahlen siehe Seite 334.)

1. Ist s, f und t gleichmässig gegen die Stallprobe oder den Durchschnitt vermindert, so dass auch r klein wird, so hat ein entsprechender Wasserzusatz stattgefunden, in diesem Falle ist m unverändert geblieben und giebt einen 1,3—1,4 sehr nahestehenden Werth.

2. Ist f allein auffallend nieder, t weniger vermindert, s erhöht, und r normal, so hat eine Entrahmung stattgefunden. Ihre Grösse wird durch den Vergleich mit dem Fettgehalte der Stallprobenmilch gefunden. In diesem Falle wird m nicht unwesentlich über 1,3—1,4 erhöht, da ja der Trockensubstanz das leichte Fett entzogen wurde, wodurch ihr spec. Gewicht steigt.

3. Ist f besonders nieder, t und r vermindert bei ziemlich normalem s, so liegt eine aus Wässerung und Entrahmung kombinirte Fälschung vor.

Recknagel's Formeln.

Um genauere Angaben über den Grad einer Wässerung, Entrahmung oder kombinirten Fälschung zu erhalten, besitzen wir von Recknagel (6. Versamml. der fr. ver. bayer. Chem. München 1887) Formeln[1], in denen

alle mit dem Index 1 versehenen Buchstaben sich auf die Stallprobenmilch,
alle mit dem Index 2 versehenen Buchstaben sich auf die zu begutachtende Milch beziehen.

Ferner kommen ausser den oben erklärten Zeichen noch folgende vor:

w = cbcm Wasser, die in 100 g der verfälschten Milch künstlich zugesetzt sind.

v = cbcm Wasser, die auf 100 g der ursprünglichen Milch künstlich zugesetzt sind.

φ = g Fett, die 100 g Milch entzogen sind.

Die Formeln lauten in ihrer einfachsten Form:

$$w = 2{,}8\ (d_1 - d_2) + 3\ (f_1 - f_2).$$

$$v = \frac{100 + w}{100} \cdot w$$

$$\varphi = \frac{100\ (f_1 - f_2) - f_1\ w}{100 - w - f_2}$$

Beispiele.

Folgende 4 Beispiele Recknagel's sollen zeigen wie die Formel arbeitet.

	Stallprobe		Fragliche Milch	
1)	d_1	f_1	d_2	f_2
	31,8	3,47	28,5	3,09

hieraus folgt.

$$w = 2{,}8\ (31{,}8 - 28{,}5) + 3\ (3{,}47 - 3{,}09),$$

$$w = 2{,}8 \cdot 3{,}3 + 3 \cdot 0{,}38,$$

$$w = 10{,}38\ \%,$$

$$v = \frac{100 + 10{,}38}{100} \cdot 10{,}38 = 11{,}4\ \%,$$

$$\varphi = \frac{100\ (3{,}47 - 3{,}09) - 3{,}47 \cdot 10{,}38}{100 - 10{,}38 - 3{,}09}$$

$$\varphi = \frac{38 - 36}{86{,}53} = 0{,}02.$$

D. h. es hat kein Fettentzug stattgefunden, aber ein Wasserzusatz von rund 10 %.

	Stallprobe		Fragliche Milch	
2)	d_1	f_1	d_2	f_2
	31,2	4,19	24,6	3,37

[1]) F. J. Herz hat (s. Litteratur) auf die oben mitgetheilten Fleischmann'schen und diese Recknagel'schen Formeln gestützt, eine Tabelle entworfen, die ohne Rechnung aus dem Resultat der Fettbestimmung und des spec. Gewichtes abzulesen gestattet:

1. die Trockensubstanz,
2. die Menge Wasser, die auf 1 Liter Milch zugesetzt ist,
3. die Menge Fett, die auf 1 Liter entzogen ist.

$$w = 2{,}8\ (31{,}2-24{,}6) + 3\ (4{,}19-3{,}37),$$
$$w = 20{,}9\,\%,$$
$$v = \frac{100 + 20{,}9}{100} \cdot 20{,}9 = 25{,}3\,\%,$$
$$\varphi = \frac{100\ (4{,}19-3{,}37) - 4{,}19 \cdot 20{,}9}{100-20{,}9-3{,}37}$$
$$\varphi = -0{,}05,$$

d. h.: Während die Milch in 100 Theilen 21 Theile zugesetztes Wasser enthält (oder 100 Theile der ursprünglichen Milch auf 125 Theile verdünnt sind), hat die Milch keine Entrahmung erfahren, da φ nahezu = o. Dass der durch die Berechnung gefundene **minimale Fettzusatz** von 0,05 selbstverständlich durch kleine Beobachtungsfehler oder schon durch die Art der Probeentnahme zu erklären ist, bedarf keiner weiteren Begründung.

	Stallprobe		Fragliche Milch	
3)	d_1	f_1	d_2	f_2
	29,60	4,20	31,8	2,10

$w = 0{,}14$ $v = 0{,}14$

$\varphi = 2{,}18,$

d. h. die Milch ist nicht gewässert, aber es sind ihr auf 100 g 2,18 g Fett entzogen, d. h. rund 50 % des Fettes.

	Stallprobe		Fragliche Milch	
4)	d_1	f_1	d_2	f_2
	34,0	4,04	32,5	2,86

also $w = 7{,}7$ $v = 8{,}0$ $\varphi = 1{,}0.$

Es liegt also hier eine kombinirte Fälschung vor; die Milch ist erst etwas entrahmt, dann mit 7—8 % Wasser versetzt. Das spec. Gewicht hätte hier gar nichts verdächtiges gezeigt, überhaupt wäre eine Milch mit $d = 32{,}5$ und $f = 2{,}86$ in manchen Gegenden, wo wässerige Milch von den Thieren geliefert wird, kaum beanstandet worden.

Stellung der Hygiene zu Entrahmung u. Wässerung.

§ 296. Die Stellungnahme der Hygiene zu Entrahmung und Wässerung ist eine ganz bestimmte (von der oben besprochenen Entwerthung abgesehen).

1. Eine Entrahmung durch (reinliches!) Centrifugiren bringt keine weiteren Nachtheile zur Entwerthung hinzu, da die Entrahmung rasch geschieht ($^1/_2{}^h$), und die Milch frisch bleibt.

2. In gewohnter Weise durch Aufstellen an kühlen Orten ($12-48^h$ bei $10-15^0$) entrahmte Milch ist stets nach Seite 332 zu beurtheilen und nach Seite 343 keine frische Milch mehr. Wer Vollmilch kauft, hat aber nach stillschweigender Voraussetzung auf frische Milch Anspruch.

3. Die Wässerung bringt die Gefahr — namentlich bei der Verwendung von Brunnenwasser aus Brunnen, die mit Abortgruben kommuniziren — dass für den Menschen pathogene Organismen in die Milch gerathen und sich in derselben namentlich bei unpassender Aufbewahrung stark vermehren. Es ist zwar nicht zu leugnen, dass stets zum Spülen der Gefässe Wasser verwendet werden muss, doch werden z. B. durch Milchkübel, die nur mit typhusbacillenhaltigem Wasser gespült und umgestülpt getrocknet sind, immerhin sehr viel weniger entwickelungsfähige Typhusbacillen in die Milch gelangen können, als wenn auch nur 5 % Wasser direkt zugesetzt werden.

3. Frische und Appetitlichkeit der Milch.

§ 297. Sowie Milch eine Beschaffenheit zeigt, dass sie vom Menschen nicht mit Appetit oder nur mit Widerwillen getrunken — auch roh getrunken — werden kann, ist sie zu beanstanden, selbst wenn kein Nachweis erbracht werden kann, dass sie schädlich wirkt. Es ist dies, so lange keine Verkaufsstelle für gekochte unschädliche, aber minderwerthige Milch, analog wie an manchen Orten für Fleisch, geschaffen wird, der hygienisch einzig durchführbare Standpunkt. Frische und Appetitlichkeit.

1. Jede Milch, die das Inkubationsstadium der Säurebildung überschritten hat, d. h. pro 100 cbcm mehr als 10 cbcm $^1/_4$ Normalnatronlauge verbraucht, ist des baldigen Sauerwerdens verdächtig und keinenfalls als frische Milch zu bezeichnen. Sie ist noch nicht gerade unappetitlich, aber doch keine Kinder- und Krankennahrung, d. h. keine Milch erster Qualität mehr[1]). Da reinliche Milch bei 15° in 36^h ihren „Säuregrad" nicht ändert, so ist eine solche Milch entweder abnorm unreinlich eventuell mit alten Milchresten gemischt, abnorm warm (unausgekühlte, an Sommertagen transportirte Milch) oder abnorm lange aufbewahrt. Milch, die 11—11,2 cbcm $^1/_4$ Normalnatronlauge auf 100 cbcm verbraucht, gerinnt beim Kochen. Säuregehalt.

2. Jede Milch, welche die Beimischung irgend welcher fester Körper (Flöckchen, Klümpchen, u. s. w.) erkennen lässt, beim Stehen ein mehr als minimales Sediment absetzt (Kuhkoth, sandige Konkremente), eine veränderte Konsistenz besitzt, oder auch nur beim Kochen flockig oder in toto gerinnt, ist unbedingt ekelhaft und oft gesundheitsschädlich. Beimischung fester Körper u. veränderte Konsistenz.

Flocken kommen vor bei Kolostrum, dasselbe macht Diarrhoe bei Kindern, schmeckt ausserdem schlecht wegen seines geringen Zuckergehaltes. Sein Verkauf ist meist untersagt (bis ca. 8 Tage nach der Geburt). Flocken.

Bei Euterentzündung (Mastitis) ist die Milch flockig, meist auch Blut und Eiter enthaltend und kann unbedingt gefährlich werden. (Vaughan, Arch. für Hyg. VII.)

Die lange, schleimige, fadenziehende Milch, wie sie bei manchen Eutererkrankungen direkt entleert zu werden scheint, in anderen Fällen erst ausserhalb des Thieres entsteht, ist unschädlich, an sich aber ekelhaft. In Holland wird übrigens angeblich Milch durch Zusatz von Milchproben, die den Micrococus „der langen Wei" enthält, absichtlich schleimig gemacht; in nordischen Ländern geschieht ähnliches durch Zusatz von Pinguicula. Lange Milch.

Eine Milch scheint nie ganz frei von Kothfragmentchen gewonnen werden zu können, sie wird deshalb stets geseiht, ehe sie an's Publikum verkauft wird. Unterbleibt dies, so ist dies als mangelnde Reinlichkeit zu beurtheilen. Umgekehrt verlangen manche Koth.

---

1) An manchen Orten wird „Saure Milch" als erfrischendes Nahrungs- und Genussmittel für den Verkauf bereitet. Hier sind natürlich Säuregehalt, hoher Pilzgehalt (Seite 331 und 332), Geronnensein keine Fehler, sondern nothwendige Eigenschaften. Selbstverständlich soll nur Vollmilch gesunder Thiere in reinlichen Räumen und Gefässen zum Sauerwerden aufgestellt werden. Wenn sich ein Flaum von Oidium lactis an der Oberfläche entwickelt, ist die Milch unappetitlich.

Molkereien von den Produzenten ungeseihte Milch, um den Grad der Reinlichkeit bei der Gewinnung kontroliren zu können.

Abnorme Farbe.

3. Jede Milch, deren Farbe sich von der normalen wesentlich entfernt (blassgelblich wird die Milch von dem Weidegang), ist als ekelhaft und gelegentlich gesundheitsschädlich zu verwerfen.

Eiter.

Durch Eitergehalt wird die Milch gelblich, höchst ekelhaft, gesundheitsgefährlich. Bei der „gelben Galt", einer in der Schweiz beobachteten durch Streptokokken bedingten, ansteckenden Euterentzündung ist die Milch hochgelb, flokig und ganz unregelmässig zusammengesetzt.

Blut.

Bluthaltige Milch kommt bei rohem Melken, Terpentineinverleibung, angeblich durch Genuss von viel frischem Klee vor; gelber Gallenfarbstoff gelangt bei Ikterus in die Milch.

Blaue, rothe Milch u. s. f.

Blaue, gelbe, rothe Milch durch Pilzentwickelung beweist stets längeres, unreinliches, warmes Aufbewahren. Blaue Milch durch Bacillus cyanogenus seu syncyanus bedingt, ist nach Neelsen, Hüppe, Haubner unschädlich, nach Mosler und Uffelmann schädlich. Die Beobachtung von Mosler bezieht sich auf Kühe, die an Gastritis litten: Eine Mutter mit 2 Kinder erkrankte nach dem Milchgenuss an fieberhafter Darmentzündung mit Abgeschlagenheit — wohl sicher war der Bacillus cyanogenus unschuldig daran (Virch. Arch. Bd. 43). Ueber die Schädlichkeit gelber und rother Milch liegen keine Angaben vor. Abnorm wässerige Milch, wie sie viele kranke Thiere liefern, fällt oft schon durch ihre bläuliche Farbe auf.

Färbung durch Futterpflanzen.

Auch eine Reihe von Pflanzen sollen die Milch färben z. B. gelb oder röthlich: gelbe Rüben, Rubia, Rhabarber, Galiumarten; blau: Anchusa, Mercurialis, Melampyrum, Polygonumarten u. s. f. Neue Versuche hierüber wären erwünscht.

Solche Färbungen dürften, wenn sie vorkommen, oft schwer sicher zu deuten sein. Vom hygienischen Standpunkte aus erscheinen sie kaum als gefährlich, aber stets als unappetitlich.

Geruch und Geschmack.

4. Jede Milch von abnormem Geschmack und Geruch ist mindestens minderwerthig, meist aber ekelhaft, zuweilen sogar gesundheitsschädlich.

Ranziges Futter.

Unangenehm ranzig, bitterlich u. s. f. schmeckt Milch namentlich nach Aufnahme halbverdorbenen Futters: ranzige Oelkuchen, Kokoskuchen, verdorbene Rüben und Kartoffeln, sauere Biertreber. Aber auch gewisse frisch gefressene Pflanzen geben der Milch schlechten Geschmack: z. B. Rübenblätter und Rübenköpfe, verschiedene Kompositen (z. B. Wermuth etc.), zuviel Erbsen- und Bohnenstroh. —

Namentlich nach Genuss verdorbenen, ranzigen oder gährenden Futters ist die schlechtschmeckende Milch oft schädlich (Magendarmkatarrh). Durch Spaltpilzwirkung nimmt eine vorher gute Milch sehr leicht einen saueren, bitteren kratzenden Geschmack an.

Salzige Milch.

Kühe, die Euterentzündungen überstanden haben, liefern oft salzige Milch; meist ist nur die Milch aus einer oder einigen Zitzen (Strichen) salzig oder sogar nur der erste Theil des Gemelkes einer Zitze. Die Milch schmeckt oft salziger, als wenn sie pro Liter einen Zusatz von 5 g Kochsalz erfahren hätte. Der Aschegehalt ist auch um das doppelte erhöht (Eugling). Ob solche Milch schädlich ist, ist unbekannt.

Geruch nach Futterpflanzen.

Einen abnormen Geruch zeigt die frische Milch nach Genuss mancher starkriechender Pflanzen: Knoblauch, Kümmel, Fenchel u. s. w. und starkriechender Arzneimittel: Kampher, Terpentinöl u. s. f.

Durch Stehen in starkriechenden Räumen kann die Milch Modergerüche, aber auch Karbolgeruch u. s. f. annehmen.

4. Gifte in der Milch[1]).

Gifte in der Milch.

§ 298. Hat die Milch irgend einer Herkunft giftig gewirkt, so ist anzunehmen, dass dieselbe auch die nächste Zeit giftig bleiben werde und demgemäss zu handeln. Auf Gifte wird Milch aber nur untersucht, wenn ganz bestimmte Veranlassung vorliegt.

Gifte gelangen in die Milch:

aus dem Futter.

1. Aus dem Futter. Gelegentlich soll der Uebergang der Giftstoffe aus Giftpflanzen wie Veratrum, Belladonna (Atropin), Colchicum u. s. f. in die Milch beobachtet worden sein.

   In Rom erkrankten z. B. nach Ratti die Bewohner einer Stadtgegend, die Milch von Ziegen konsumirten, welche auf mit Zeitlosen bewachsenen Wiesen weideten. (Jahresber. f. Pharmac. 1885 S. 487.)

aus Arzneimitteln.

2. Auch aus gereichten Arzneimitteln können kleine Mengen (meist nur Spuren) Arsen, Blei, Kupfer, Antimon, Quecksilber, Jod, Aloë, in die Milch übergehen; Blei auch durch Genuss von Futter, das mit bleihaltigem Staub überzogen ist (um Bleiweissfabriken).

   Vergiftungen auf diesem Wege sind mir nicht bekannt; folgende Erfahrung von Harms (Jahresber. 5. u. 6. der hannov. Thierarzneischule) zeigt aber immerhin, wie sehr Vorsicht nöthig ist: Eine Milchkuh bekam 45 g Brechweinstein; 15 Liter Milch derselben wurde an 5 Ziegenlämmer und 2 kleine Hunde verfüttert — bei all' diesen Thieren trat heftiger Durchfall ein.

aus Geschirren.

3. Aus den Geschirren, in denen Milch aufbewahrt wird, können Blei, Kupfer und Zink in die Milch übergehen, besonders wenn sie sauer wird. In Württemberg ist die Verwendung von Zink- und Kupfergefässen direkt verboten. Allgemein verwendet wird verzinntes Eisen, am besten sind emaillirte Gefässe. Fleck meint, dass gerade die Zinkaufnahme Schuld sei, wenn sich Milch in Zinkeimern gut halte.

durch Spaltpilze.

4. Durch Einwirkung von Spaltpilzen. Vaughan erblickt in seinem Tyrotoxikon die Ursache der Sommerdiarrhöe und Cholera infantum. In Amerika hat sich dasselbe bei einer Reihe von schweren, theilweise sogar tödtlichen Vergiftungen durch Milch, Vanilleeis etc. nachweisen lassen. In Europa ist es bisher nicht sicher nachgewiesen (Arch. f. Hyg. VIII und C. f. B. III. 591). Auch ist es bisher nicht geglückt, den erzeugenden Spaltpilz aufzufinden. Milch, welche Ptomaïne enthält, wird meist schon durch Konsistenz,

---

1) Für den Nachweis dieser Gifte gilt was Seite 300 beim Fleisch gesagt ist. Tyrotoxikon findet man nach Vaughan folgendermassen: Die spontan oder durch absichtlichen Säurezusatz koagulirte Milch wird filtrirt, das Filtrat mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht und mit Aether ausgeschüttelt. Der Verdunstungsrückstand des Aethers besteht aus wenig Wasser, aus dem sich Krystalle von Tyrotoxikon ausscheiden, die unangenehmen Geruch und Geschmack besitzen. Sehr kleine Mengen jungen Katzen in Milch verabreicht, produziren heftigen Brechdurchfall, ja können tödtlich werden.

Geschmack, Geruch etc. auffallen. — Uebrigens enthält auch die europäische Kasuistik eine ganze Anzahl von Milch- und Käsevergiftungen, die ungezwungen auf Tyrotoxikon bezogen werden können.

Die Symptome der Tyrotoxikonvergiftung sind: Starkes Erbrechen, Diarrhöe mit wässerigen Stühlen, Mattigkeit, Gliederschmerzen, Kopfweh, starker Durst. Häufig daneben Leibweh, Kältegefühl, Muskelspasmen — also ein choleraartiges Bild. Die Erholung ist meist langsam.

5. Künstliche Zusätze.

Künstliche Zusätze.

§ 299. Jede Milch, die mit irgend einem Zusatze versehen ist, ist zu beanstanden. Wenn auch Dextrin, Gummi, Stärke u. s. f. für Erwachsene unschädlich sind, so brauchen sie es doch für das zarte Kindesalter nicht zu sein (z. B. Stärke); ferner wird überhaupt nur minderwerthige Milch mit solchen Zusätzen versehen. Ueber Konservirungsmittel siehe S. 278. Soda und doppelkohlensaures Natron sind ganz verwerfliche Zusätze (S. 330); ferner dienen sie nur dazu, das Publikum über die Frische und reinliche Behandlung einer Milch zu täuschen. Proust hält den Zusatz von Natr. bicarb. für Kinder für sehr schädlich (Milchzeitung 1888, S. 273).

6. Mikroorganismen in der Milch.

Mikroorganismen.

§ 300. Nach § 331 ist jede in den Handel kommende Milch, wenn sie nicht sterilisirt ist, pilzhaltig, ja meist pilzreich. Die bisher vorliegenden Zählungen gestatten noch keine praktische hygienische Verwendung, wenigstens ergeben dieselben kaum einen tieferen Einblick als die einfacheren Säuretitrirungen. Wichtiger kann die Bestimmung der einzelnen Pilzarten werden. Jede Milch, welche für den Menschen pathogene Bakterien enthält, ist gesundheitsschädlich; enthält sie nur für Thiere pathogene Arten, so ist sie mindestens als ekelhaft zu bezeichnen, dabei aber festzuhalten, dass unsere Erfahrungen über die Wirkung solcher Milch auf den Menschen noch recht lückenhaft sind. Fast stets ist die Milch akut kranker Thiere auch spärlich, arm an Nährstoffen, von unappetitlichem Aussehen u. s. f. Es ist deshalb ganz im Allgemeinen alle Milch kranker Thiere so zu behandeln, als ob sie direkt schädlich wäre d. h. von der menschlichen Ernährung auszuschliessen und höchstens gekocht zur Thierfütterung zu verwenden. Am häufigsten kommen Schädigungen der Gesundheit durch Milch in folgenden Fällen vor:

Pathogene Mikroorganismen.

Tuberkulose.

Bei Tuberkulose. Tuberkelbacillen finden sich nicht nur in der Milch von Kühen, die an Eutertuberkulose (diagnostizirbar durch knotige Verhärtung ohne Entzündung) leiden. Hirschberger (Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1889. p. 500) impfte bei Bollinger den Euterinhalt von 20 Kühen, bei denen bei der Schlachtung (z. Th. nur leichte) Tuberkulose, aber keine Eutertuberkulose konstatirt wurde, elfmal mit Erfolg auf Meerschweinchen. Da circa 10 % der Milchkühe tuberkulös sind, so erscheint die Gesundheitsgefährdung durch rohe Milch einer Kuh sehr gross.

Glücklicherweise ist Mischmilch, wie sie gekauft wird, wohl meist ungefährlich. 10 Proben käuflicher Münchner Mischmilch waren sämmtlich unschädlich. Natürliche, tuberkelbacillenhaltige Milch war, 40 resp. 50 resp. 100fach verdünnt, unschädlich geworden (Gebhardt bei Bollinger).

Bei Maul- und Klauenseuche. — Kinder erkranken häufig bei ihrem Genusse in ungekochtem Zustande an Aphten und Magendarmkatarrh. Der Infektionserreger ist gänzlich unbekannt. Maul- und Klauenseuche.

Bei Eiterungen an oder in den Milchdrüsen mischen sich Staphylokokken event. Streptokokken der Milch bei; auch bei künstlicher Infektion mit Staphylococcus pyogenes aureus hat man seinen Uebergang in die Milch beobachtet. Auf junge Kaninchen wirkte das Trinken von Milch, der Staphylokokkenkulturen beigemischt waren, in ein Viertel der Fälle tödtlich. (Karlinski C. f. B. VI.) Eiterung.

Bei Mastitis contagiosa isolirten Nocard und Mollereau einen Streptokokkus, der in die Drüse gesunder Thiere injizirt, diese krank macht. Die sauere schleimige Milch war zwar für Thiere bei der Verfütterung unschädlich — womit aber ihre Unschädlichkeit für den Menschen noch nicht bewiesen ist. Kitt's Studien über Mastitis und die dabei vorhandenen Veränderungen der Milch haben ein pathogenes Bakterium nachgewiesen (Deut. Zeit. für Thiermed. XII); Kitt hält aber die Einheitlichkeit des Prozesses nicht für wahrscheinlich. Mastitis contagiosa.

Bei Milzbrand ist auch schon der Uebergang der Bacillen in die Milch beobachtet. Milzbrand.

Milch von Thieren, die an Tollwuth litten, enthält das Wuthgift nicht, wie Pasteur und Zagari experimentell darthaten (C. f. B. III, 409). Auch die Erfahrungen der Praxis stimmen damit; eine Schädlichkeit solcher Milch ist bisher nie beobachtet, wohl aber öfters die Unschädlichkeit. Tollwuth.

Bei Rinderpest, Rauschbrand ist die Milch bisher auch nicht schädlich befunden worden — sie ist aber äusserst ekelhaft. Rinderpest.

Bei Sepsis (fauliger Gebärmutterentzündung) ist die Milch äusserst verdächtig, wahrscheinlich nicht selten giftig. Sepsis.

§ 301. Niemals ist zu vergessen, dass nicht nur aus dem Euter kranker Thiere Pilze in die Milch gelangen können, sondern dass auch durch Kothpartikel, Strohfragmente etc., z. B. Milzbrandbacillen, Soorpilze in dieselbe übertragen werden können.

Mehrfach ist schon bemerkt, dass bei entsprechender Temperatur die Mehrzahl der pathogenen Bakterien sich in der Milch üppig vermehren. Speziell gilt dies von den Erregern des Typhus, der Cholera, der Pneumonie, der Diphtherie, des Rotzes, von septischen und Eiterungsprozesse erregenden Arten. Von den Tuberkelbacillen fehlt ein solcher Nachweis. Es ist hier nicht der Ort, zu untersuchen, ob zahlreiche Epidemien von Typhus, Scharlach, Diphtherie u. s. f. in den letzten Jahren mit Recht auf Milchgenuss zurückgeführt wurden (vergl. über solche Epidemien Uffelmann's Jahresberichte über die Fortschritte der Hygiene), sicher nachgewiesen sind meines Wissens Typhus oder Diphtheriebacillen in Milch bei Epidemien zur Zeit noch nicht. So mangelhaft die Beweisführung eines Zusammenhanges von Milchgenuss und Erkrankung bisher oft war — die Möglichkeit einer Infektion durch Milchgenuss besteht vorläufig unbedingt für alle Krankheiten, deren Erreger in Milch am Leben bleiben. Verhalten pathog. Bakterien in Milch. Milch und Epidemien.

Immerhin ist bei solchen Erwägungen zu bedenken, dass nichtsterilisirte Milch einen weit schlechteren Nährboden darstellt als sterilisirte, resp. dass zuweilen schon nach kürzerer Zeit z. B. die gebildete Säure die pathogenen Mikroorganismen schädigt.

Lebensdauer

Es blieben nach L. Heim (Arb. d. kais. Gesundh. Bd. V) im günstigsten Falle entwickelungsfähig die Erreger folgender Krankheiten (in Tagen):

	Cholera	Typhus	Tuberkulose
In Milch	6	35	10
In Butter	32	21	30
In Quark	0	1	2
In Molken	2	1	14
In Käse	1	3	14

Als Käse ist selbst mit Lab koagulirte Milch bezeichnet.

Es wurde absichtlich nichts sterilisirt, keine Zählung angestellt, nur das Vorhandensein konstatirt. Heim fand einmal längeres Leben in der warm- wie in der kaltstehenden Milch. Hesse fand in sterilisirter Milch eine Lebensdauer der Typhusbacillen von 4 Monaten. Gasperini (C. f. Bact. VII. 641) beobachtete in Butter sogar 68 und 120 Tage lange Lebensdauer von Tuberkelbacillen.

Epidemiol. Erfahrungen

Ueber Scharlach und die anderen akuten Exantheme ist nur durch epidemiologische Studien ein Urtheil möglich, da ihre Erreger unbekannt sind; alle positiven Angaben namentlich englischer Forscher über den Scharlachpilz sind bisher unrichtig. Eine sogenannte Kuhscharlachepidemie stellte sich als Kuhpocken heraus (Crookshank C. f. B. III 331), in anderen Fällen soll es sich um andere Ausschläge an den Zitzen gehandelt haben; Klein's Scharlachmicrococcus ist identisch mit Streptococcus pyogenes.

7. Beurtheilung von Säuglingsmilch [1]).

Anforderungen an Säuglingsmilch.

§ 302. Es ist in neuerer Zeit ein allgemeines Bestreben in den Städten, für Säuglinge eine besonders gehaltvolle Milch zu schaffen. Der Hygiene liegt, wenn eine solche Milch resp. eine ganze Milchwirthschaft zu begutachten ist, vor allem die Pflicht ob, nachzusehen:

1. Ob Vieh gehalten wird von Rassen, die gehaltvolle Milch liefern (siehe Seite 335);

2. ob gesundes Vieh gehalten wird, namentlich ob keine Thiere mit Tuberkulose, Maul- und Klauenseuche etc. zur Milchlieferung benutzt werden. Es ist also eine ständige thierärztliche Kontrolle nöthig, eventuell ist — wie Schmidt-Mühlheim vorschlug — alle 1—2 Monate eine Untersuchung der Milch auf Tuberkelbacillen durch Verimpfung auf Meerschweinchen angezeigt;

3. ob das Vieh rationell gefüttert wird. Bisher galt Trockenfütterung, d. h. mit gutem (nicht verschimmeltem, „angebranntem") Heu und Getreide, für das Ideal; in neuerer Zeit wird mehrfach auch Grünfutter von guten Wiesen als vollkommen geeignet bezeichnet. Schlempe und alle Seite 336 erwähnten schlechten Futtersorten dürfen dagegen absolut nicht verwendet werden;

4. ob das Vieh, der Stall, die Geräthe und die Angestellten peinlichst sauber sind;

5. ob sorgfältig jede Gelegenheit vermieden wird, dass die kunstgerecht gewonnene Milch nachträglich schädlich wird. Es darf die Milch also nicht ohne

[1]) Ueber sterilisirte Milch siehe Milchkonserven.

rasche Abkühlung, nicht in Blei-, Zink- oder Kupfergefässen oder in unreinen Holzgefässen, nicht in dumpfen, moderigen Räumen u. s. f. aufbewahrt werden. Ebenso sind Wohnzimmer namentlich aber Krankenzimmer absolut zur Milchaufbewahrung ungeeignet. Bei Hausepidemien im Milchgeschäft z. B. von Scharlach, Diphtheritis, Typhus, Cholera u. s. f. muss der Milchverkauf sistirt werden;

6. ob Konservirungsmittel ausgeschlossen sind (S. 282).

Im übrigen ist die Untersuchung und Beurtheilung der Säuglingsmilch wie oben auszuführen — selbstverständlich werden namentlich an Frische (Pilz- und Säurearmuth) höhere Anforderungen — zur Zeit noch nicht scharf präcisirbar — gestellt werden dürfen und müssen.

Die Forderungen, die eben für die Produktion und den Verkehr mit Kinder-, Kranken- und Rekonvalescentenmilch aufgestellt sind, gelten natürlich für die ganze Milchproduktion als Ideal.

Anhang I. Milchkonserven[1]).

§ 303. Wir unterscheiden: Milchkonserven.

1. Zu Syrupkonsistenz eingedampfte Milch:
   a) Gezuckerte Milch, die 1/8 ihres Gewichts Rohrzuckerzusatz erfahren hat, dann in Vakuumapparaten auf 1/8 ihres Volums eingedampft und rasch abgekühlt sofort in Büchsen verlöthet wurde. Zuerst von der Anglo-Suiss-Condensed-Milk-Company in Cham in den Handel gebracht, jetzt mehrfach nachgeahmt.
   b) Ungezuckerte eingedampfte Milch. Früher waren solche Präparate schlecht haltbar, jetzt erzielt z. B. Loefflund durch Erhitzen der auf 1/3—1/4 ihres Volums eingedampften Milch nach dem Einlöthen in Büchsen (auf über 100°) ein Monate lang vollständig haltbares Produkt: „Allgäuer Rahm-Milch“.
2. Präservirte Milch. In Büchsen eingeschlossene, nicht eingedampfte, ungezuckerte (durch Ueberhitzen sterilisirte) Milch. Ohne grosse Bedeutung bisher, da zu voluminös.
3. Zu Pulverform eingedampfte Milch (mit nur etwa 5 Proz. Wasser) sogen. Milchpulver. In heissem Wasser zu milchartiger Flüssigkeit löslich.

Die Untersuchung ist zur Begutachtung des Nährwerthes in all' diesen Fällen nach Abschnitt IV und den speziell unter Milch ausgeführten Regeln zu führen. Im übrigen sind alle die Prüfungen vorzunehmen, die bei thierischen und pflanzlichen Büchsenkonserven üblich sind (Seite 315). Die Beurtheilung als Nahrungsmittel für den Erwachsenen hat auf Grund dieser Untersuchungen keine Schwierigkeiten. Für die Säuglingsernährung ist der hohe Rohrzuckergehalt mancher Präparate sehr störend. Vergl. Uffelmann und Munk, Handbuch der Diätetik, Seite 306.

[1]) Einige vollständige Analysen siehe in Tabelle IX.

Sterilisirte Kindermilch

In neuester Zeit wird „sterilisirte Kindermilch“ in vielen Städten fabrikmässig hergestellt. Was wir unter Kindermilch verstehen, ist oben gesagt; bei der Prüfung der Sterilität durch Plattenkulturen ist folgendes zu beachten. Wenn die Milch steril war, so können event. nachträglich durch schlechte Verschlüsse Mikroorganismen eindringen; die Prüfung ist deshalb nicht nur an der frisch sterilisirten, sondern auch an der einige Zeit (circa zweimal 24 Std.) aufbewahrten Milch vorzunehmen Immer muss man etwa 8 Tage warten, bis man angelegte Platten zählt, da etwa nicht getödtete Pilze so abgeschwächt sind, dass sie sich sehr verspätet entwickeln.

Nach den Untersuchungen von Freudenreich (Annal. de Microgr. 1888. No. 1) ist eine absolute Sterilisirung der Milch — Tödtung nicht nur der Kokken und Bacillen [1]), sondern auch der widerstandsfähigen Sporen der letzteren — zur Zeit nicht möglich ohne in der Milch durch längeres Erhitzen auf 100° und höher durch eine partielle Karamelbildung, einen kratzenden Geschmack und bräunliche Färbung hervorzurufen. Wir werden uns daher vorläufig damit begnügen müssen, an „sterilisirte“ Milch die Anforderung zu stellen, dass sie bei kühler Aufbewahrung im Keller nach 48 Std. sich durch die Sinne und die Säuretitrirung noch nicht im geringsten als zersetzt zu erkennen giebt, aber als ein Postulat hinstellen, dass eine Methode zur absoluten fabrikmässigen Milchsterilisirung gesucht werde [2]).

Anhang II. Rahm (Sahne).

Rahm.

§ 304. Der Rahm wird theils durch längeres ruhiges Hinstellen von Milch in kühlen Räumen und Abschöpfen der obersten Schicht gewonnen, theils mit Hilfe von Centrifugen rasch abgeschieden.

Es kommt als Rahm ein ausserordentlich verschiedenartig zusammengesetztes Produkt auf den Markt. Sendtner fand beispielsweise in München folgende Schwankungen in Preis und Gehalt des Kaffeerahms:

	Trockensubstanz		Fettgehalt		
	Min.	Max.	Min.	Max.	Mittel
1 Liter à 40 Pf.	13,3 %	20,18 %	4,85 %	11,49 %	11,5 %
1 Liter à 60 Pf.	13,3 %	24,7 %	4,88 %	16,60 %	10,2 %
1 Liter à 80 Pf.	16,6 %	23,7 %	8,5 %	16,6 %	12,6 %

Von Schlagrahm enthielt 1 Liter à 100 Pf. 8,7 und 10,5 %; 1 Liter à 120 Pf. 13,5 %; 1 Liter à 200 Pf. 15,0, 34,4, 52,5 % Fett.

1) Nach den Untersuchungen von van Geuns (Arch. f. Hygiene IX.) werden die wichtigsten pathogenen Arten im sporenfreien Zustande schon in einer Minute durch eine Temperatur von 60° getödtet, nur Milzbrand und malignes Oedem hatten 80 resp. 78° nöthig.

2) Während des Druckes ersehe ich aus einem Circular, dass die Herren Neuhaus, Gronwald und Oehlmann in Berlin durch einen patentirten Apparat absolut keimfreie, unverändert schmeckende und unbegrenzt haltbare Milch erzeugen wollen.

Demnach ist eine genaue Definition von Rahm unmöglich; sein Nähr- und Handelswerth ist etwa dem Fettgehalt proportional. Sehr leicht wird der Rahm sauer, doch bildet er auch in diesem Zustande wieder ein besonderes Nahrungsmittel. Definition.

Die Acidität lässt sich wie bei Milch bestimmen (Seite 329), für 3 verschiedene Proben „süssen Rahm" verbrauchte ich 10,0; 10,0; 11,2 cbcm. $^1/_4$ Normalnatronlauge für 100 g, fand also ähnliche Werthe wie in nicht ganz frischer Milch. 2 Proben „saurer Rahm" brauchten 33,0 und 41,6 cbcm $^1/_4$ Normalnatronlauge für 100 g, was mit saurer Milch stimmt (vergl. Seite 332 und 343). Untersuchung.

Die speziellen hygienischen Anforderungen an süssen und sauren Rahm sind in nichts von denen an süsse und saure Milch verschieden (Vergl. S. 343.).

Kumys und Kefir sind bisher noch zu wenig volksthümliche Genuss- und Nahrungsmittel, um hier besprochen zu werden. Litteratur siehe bei Herz, vergl. auch: Theodoroff hist. u. exp. Studien über den Kefir. Würzburg 1886. Biel, Chem. Zeitg. 1885. S. 783. Kumys. Kefir.

Litteratur.

a) Chemische Untersuchung und Beurtheilung.

Herz, F. J. Die gerichtliche Untersuchung und Beurtheilung der Kuhmilch. 1889. Neuwied. Sehr vollständige kritische Zusammenstellung der neueren Litteratur mit sehr zahlreichen Citaten. Alle Fragen der praktischen Milchkontrolle sind eingehend besprochen. Zweckmässige Tabellen zum Ablesen des Wasserzusatzes und der Entrahmnng.

Fleischmann. Das Molkereiwesen. Braunschweig, 1879, und

Fleischmann. Artikel „Milch" in Dammer's Lexikon der Verfälschungen. Fleischmann ist zur Zeit eine der ersten Autoritäten der Milchwirthschaft.

Kirchner. Handbuch der Milchwirthschaft. Berlin 1886.

Pfeiffer, E. Die Analyse der Milch. Wiesbaden 1887. Eigene kritische Durcharbeitung der wesentlichsten Bestimmungsmethoden vom Standpunkt des Arztes, manche Angaben über die Untersuchung der Menschenmilch, Unterscheidung der Milch der verschiedenen Thiere. Keine Angaben über Beurtheilung der Milch, keine Litteratur.

Vogel, H. Artikel „Milch" in den „Vereinbarungen" der bayer. Chemiker. Berlin, Springer 1885. Sehr sorgfältige Zusammenstellung und Kritik aller älterer und neuerer Methoden.

Leider sind die wichtigen Arbeiten Soxhlet's und seiner Schüler zum Theil gar nicht, zum Theil sehr zerstreut in schwer zugänglicher landwirthschaftlicher Litteratur publizirt (Citate bei Herz).

b) Bakteriologische Untersuchung.

Hüppe, F. Ueber die Zersetzung der Milch durch Mikroorganismen. Mittheilungen aus dem kais. Gesundheitsamt. Band 2. 1884. Grundlegende Arbeit. Vollständige Berücksichtigung der älteren Litteratur.

Hüppe, F. Deutsche med. Wochenschrift 1884, No. 48.

Löffler. Ueber Bakterien in der Milch. Berl. kl. Wochensch. 1887. No. 33 u. 34.

Marpmann. Ueber die Erreger der Milchsäuregährung. Ergänzungshefte zum Centralblatt für Gesundheitspflege. Bd. 2.

Duclaux. Le Lait. Paris 1887. (Chem. u. bakteriol. Studien.)

Zahlreiche weitere Arbeiten über das Verhalten der Bakterien in der Milch und die dadurch bedingten Zersetzungen sind in Journalen zerstreut; eine rasche Uebersicht über dieselben ergeben die Referate im Centralblatt für Bakteriologie.

c) Zeitschriften, speziell über Milch und Milchwirthschaft.

Milchzeitung. Organ für die gesammte Viehhaltung und das Molkereiwesen. Herausgegeben von Petersen seit 1871. Berücksichtigt sowohl die theoretischen, wie die praktischen Fortschritte, bringt auch zahlreiche Originalartikel und Referate über die bakteriologische Erforschung der Milch. Hierzu als wissenschaftliche Ergänzungshefte: Forschungen auf dem Gebiete der Viehhaltung und ihrer Erzeugnisse. Jahrbücher für Landwirthschaft.

IX. Abschnitt.

Butter und Käse.

I. Butter.

§ 305. Butter ist das aus Kuhmilch durch mechanische Manipulationen gewonnene Fett, welches theils ungesalzen, theils gesalzen zum menschlichen Genusse bestimmt ist. Butter.

Zusammensetzung. Während die übrigen thierischen und pflanzlichen Fette und Oele fast nur aus den Glycerinverbindungen (Glyceriden) der Palmitin-, Stearin- und Oelsäure bestehen, enthält die Butter auch noch die Glyceride niederer, etwas flüchtiger Fettsäuren (hauptsächlich Buttersäure, aber auch Capron-, Capryl-, Caprinsäure). Nach Duclaux sollen sich 3,7—5,0 % Buttersäure und 2,05 bis 3,18 % Capronsäure finden. — Die Darstellung der Butter aus Milch bringt mit sich, dass Kaseïn, Wasser, Milchzucker und Salze auch in der besten Butter enthalten sind; in gesalzener Butter kommt zu diesem „Nichtfett" noch das zugesetzte Kochsalz. Nichtfett.

Schmelzbutter. Nach dem Schmelzen der Butter sammelt sich all dies „Nichtfett" am Boden des Gefässes; das klar abgegossene Butterfett hat aber jetzt schon nicht mehr den Namen „Butter", sondern heisst Schmelzbutter oder Schmalzbutter, Butterschmalz, Rindschmalz oder schlechtweg Schmalz, was aber mit dem vorzüglich als Schmalz bezeichneten Schweineschmalz ja nicht zu verwechseln ist.

Aufgaben der Butteruntersuchg. Die wichtigsten Aufgaben der hygienischen Butteruntersuchung sind, festzustellen:

1. ob von den gewöhnlichen Verunreinigungen der Butter (dem „Nichtfett") der zulässige Gehalt nicht überschritten ist — Bestimmung des Fettes;

2. ob der Butter keine fremden (billigeren) Fette beigemengt worden sind — Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren und des specifischen Gewichtes;

3. ob die Butter keine Zusätze von fremden Farbstoffen oder Konservirungsmitteln erfahren hat;

4. ob die Butter frisch oder bereits in Zersetzung begriffen (ranzig) ist.

Probeentnahme.

Bei der Entnahme von Butterproben ist zu beachten, dass nicht selten ein Stück alte oder gefälschte Butter aussen mit einer Schicht frischer, reiner Butter umgeben wird, um so den Käufer zu täuschen; solche Butter verräth sich gewöhnlich schon beim Durchschneiden der Ballen durch die Verschiedenheit der Farben und Schichtenbildung auf dem Querschnitte. — Schmelzbutter, die während des Erstarrens nicht gerührt wurde, hat in den am Rande des Gefässes zuerst fest gewordenen Theilen eine andere Zusammensetzung als in den in der Mitte zuletzt erstarrten Antheilen; es kann dabei sogar vorkommen, dass ein Antheil flüssig bleibt (Butteröl). Man hat deshalb, wenn irgend möglich, vor der Probeentnahme erst gründlich zu mischen, oder es sind kleinere Proben von verschiedenen Theilen des Vorrathes zu entnehmen und diese zu mischen. Die Oberfläche grösserer Butterballen ist oft durch die Wirkung des Lichtes heller gefärbt als das Innere, auch ist die Rindenschicht meist ranziger.

A. Untersuchung der Butter.

1. Prüfung mit den Sinnen.

Prüfung mit den Sinnen.

§ 306. Konsistenz, Farbe, Geruch und Geschmack lassen schon manchen Schluss auf die Beschaffenheit der Butter zu.

Abnorm harte Butter wird bei Fütterung mit Palmkern- und Leinkuchen erhalten; abnorm stark wasserhaltige Butter verräth sich oft schon beim Aufstreichen durch hervortretende Wassertropfen; zu starke künstliche Färbung wird vom Kundigen auch gleich erkannt, und für die Frische der Butter resp. für die Art und Sorgfalt der Bereitung ist der Geschmack eine vorzügliche Vorprüfung. Nur muss die Butter auf etwa 20° erwärmt sein; bei kalter Butter tritt der unangenehme Geschmack sehr zurück. Es lässt sich so sofort erkennen, ob Butter aus frischem, süssem (z. B. centrifugirtem) Rahm (Süssrahmbutter) gewonnen wurde, oder ob ein Präparat aus langsam ausgeschiedenem, lange aufbewahrtem saurem Rahme vorliegt[1]).

Als weitere Ursachen für schlechten Geschmack sind angegeben: Fütterung der Kühe mit Kohlrüben, verdorbenen Erdnuss- und Kokoskuchen u. s. f., während bei Weidegang („Maibutter") namentlich auf Bergweiden die schmackhafteste Butter erhalten wird.

2. Bestimmung des Wassergehaltes.

Wasserbestimmung.

§ 307. Man trocknet 5 g Butter unter Umrühren auf 30—50 g gut ausgeglühtem gewogenem Sand ein, wie näher bei Milch beschrieben (Seite 321). Der Gewichtsverlust ergiebt das Wasser.

Der Versuch, das Wasser durch Erhitzen einer Butterprobe ohne Zusatz in einer Porzellanschale wegzubringen, liefert ungenaue Resultate. Das Wasser geht so sehr schwer weg und dabei verflüchtigen sich niedere Fettsäuren.

3. Bestimmung des Fettgehaltes und des Nichtfettes.

Fettbestimmung.

§ 308. 5 g Butter werden in einer Porzellanschale mit 20 g Gips (vergl. Seite 325) 6 Stunden lang auf 100° erwärmt und öfter mit einem Glasstabe

[1]) Sennbutter ist ein Nebenprodukt der Fettkäserei. Aus der Käsemilch, die noch viel Albumin und Fett enthält, werden diese Stoffe in verschiedener Weise abgeschieden und mit Rahm verbuttert. Bei guter Technik können sehr wohlschmeckende Produkte erzielt werden, es gelangen aber bisweilen auch recht schlechte Sorten in den Handel.

umgerührt. Nach dem Erkalten extrahirt man (nach Seite 256) mit absolutem Aether bis zur völligen Erschöpfung (c. 6—8^h). Der in einem geräumigen Wiegegläschen vorsichtig (Seite 257) verdunstete Aetherauszug muss durchaus gleichmässig sein und darf nicht etwa eine Trübung durch Wassertropfen erkennen lassen. Alsdann wird er eine Stunde lang auf einer 100° nicht übersteigenden Temperatur gehalten, im Exsiccator erkalten gelassen und gewogen. Die Differenz des gefundenen prozentischen Fettgehaltes von 100 ergiebt den Gehalt an „Nichtfett".

Eine Eiweissbestimmung würde man mit Hilfe von Kjedahl's Methode (Seite 254) in dem fettfreien Rückstand machen. Eiweiss.

4. Aschenbestimmung.

§ 309. Man wiegt in eine Platinschale ca. 10 g Butter ab, erhitzt anfangs, bis das Wasser verdampft ist (um Spritzen zu vermeiden), sehr langsam und verbrennt hierauf die Butter mit kleiner Flamme. Die Kohle zieht man mit Wasser aus nach Seite 252, bei dem letzten Glühen der Asche hat man durch Ueberdecken der Schale mit einem Platinbleche einen Verlust durch Verknistern des Kochsalzes zu vermeiden. Asche.

Aus der Asche zieht man das Chlornatrium mit heissem Wasser aus. Das Filtrat wird auf 100 cbcm gebracht, mit verdünnter Salpetersäure vorsichtig und genau neutralisirt und in einem aliquoten Theil das Chlor nach Seite 201 titrirt (oder besser gewichtsanalytisch bestimmt). — Auf giftige Schwermetalle untersucht man die in verdünnter heisser Salpetersäure gelöste Asche nach den unter Gebrauchsgegenstände gegebenen Regeln. Auch ohne Veraschen, bloss durch Erwärmen mit verdünnter Salzsäure, lassen sich die Schwermetalle wenigstens zum qualitativen Nachweis ausziehen. Chlornatrium.

Soll nur der Kochsalzgehalt allein bestimmt werden, so wird einfach im Scheidetrichter 10 g Butter 2 mal mit je 40 cbcm warmem Wasser geschüttelt und der wässerige Auszug nach dem Erkalten filtrirt, durch Nachwaschen mit Wasser auf 100 cbcm gebracht und dann wie oben behandelt. — In ähnlicher Weise wäre der Milchzucker zur Analyse zu gewinnen.

5. Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren.

(Untersuchung auf fremde Fette.)

§ 310. Es ist vom Standpunkte der Nahrungsmittelpolizei sehr wichtig, zu ermitteln, ob eine Butter nicht den Zusatz fremder billiger Fette erfahren habe. Auch die Hygiene hat an dieser Feststellung Interesse. Ist auch — da es kein giftiges verwendbares Fett giebt — nicht zu befürchten, dass bei diesen Fälschungen Vergiftungen unterlaufen, so ist bei der Unmöglichkeit, ekelhafte Fette (z. B. von gefallenen Thieren) chemisch nachzuweisen, Werth darauf zu legen, dass überhaupt Zusätze fremder Fette zur Butter vermieden werden. Prüfung auf fremde Fette.

Von all den zahlreichen Methoden, die zur Kontrolle der Reinheit des Butterfettes erdacht sind, haben sich leider wenige bewährt; es sei deswegen

23*

nur die gebräuchlichste angeführt. Zahlreiche ältere und früher geschätzte sind verlassen und selbst die im folgenden angeführte ist von beschränkter Verwendbarkeit. Sie beruht auf der Thatsache, dass Butter von allen pflanzlichen und thierischen Fetten weitaus den höchsten Gehalt an niederen, leicht flüchtigen Fettsäuren besitzt.

Reichert-Meissl's Methode.

Die ursprüngliche Reichert-Meissl'sche Methode hat seit ihrem Bekanntwerden (1879) verschiedene Verbesserungen erfahren, (besonders durch Sendtner und Wollny); ihre Ausführung verlangt die peinlichste Einhaltung der Vorschrift bis in die scheinbar unbedeutendsten Kleinigkeiten, und selbst geübte Chemiker führen die Bestimmung stets doppelt aus und betrachten dann das Mittel aus beiden Resultaten als das Richtige. Zur Zeit ist die von Wollny (Milchzeitung 1887) angegebene Modifikation die fast allgemein adoptirte; sie lautet mit des Autors Worten folgendermassen:

Modifikationen von Wollny.

„5 g ausgeschmolzenes vom Bodensatze abgegossenes und klar filtrirtes Fett werden in einem Kolben von 300 cbcm Inhalt (runde Form, Halslänge 7—8 cm, Halsweite 2 cm) genau abgewogen, 2 cbcm 50%ige Natronlauge, welche unter Kohlensäureabschluss bewahrt und abgemessen wird, ca. 10 cbcm Alkohol (96 Vol. Proz.) hinzugefügt und die Mischung am Rückflusskühler unter zeitweiliger Bewegung des Kolbens im siedenden Wasserbade eine Viertelstunde lang erwärmt. Danach wird der Alkohol aus geschlossenem Kolben abdestillirt (wobei der letztere mindestens 1/2 Stunde lang im kochenden Wasserbade liegen muss) und darauf mittelst Pipette 100 cbcm destillirtes Wasser in den Kolben eingefüllt, welcher danach gegen Kohlensäurezutritt geschützt noch eine Viertelstunde lang im Wasserbade liegen bleibt, so dass die Seife vollständig aufgelöst ist. Die klare Seifenlösung wird darauf sofort und kochendheiss mit 40 cbcm Schwefelsäure, wovon 30 – 35 cbcm 2 cbcm der angewandten Natronlauge neutralisiren, (25 cbcm englische Schwefelsäure auf 1 Liter Wasser) und zwei erbsengrossen Bimsteinstückchen versetzt und der Kolben sofort mit dem Kühler verbunden. Zur Verbindung des Kolbens mit dem Kühler dient ein 0,7 cm weites Glasrohr, welches 1 cm über dem Korke zu einer Kugel von 2 – 2,5 cm Durchmesser aufgeblasen wird, unmittelbar darauf in stumpfem Winkel schräg nach oben umgebogen ist, dann ca. 5 cm lang in dieser Richtung verläuft und nochmals in stumpfem Winkel schräg nach unten umgebogen ist. Mit dem Kühler wird es mittelst eines nicht zu engen Kautschukschlauches verbunden. Ist dies geschehen, so wird die Mischung im Kolben zunächst durch eine ganz kleine Flamme so lange ohne Kochen erwärmt, bis die unlöslichen Fettsäuren zu einer durchsichtigen klaren Masse geschmolzen sind; darauf werden innerhalb einer halben Stunde genau 110 cbcm in einen Messkolben abdestillirt, das Destillat durch Schütteln gemischt und davon 100 cbcm in einen Messkolben abfiltrirt. Aus letzterem werden sie in ein Becherglas gegossen, 1 cbcm Phenolphthaleïnlösung (0,5 g auf 1 l 50%igen Alkohol) zugefügt und mit 1/10 Normalbarytlauge titrirt. Ist Rothfärbung eingetreten, so wird der Inhalt des Becherglases in den Kolben zurückgegossen, die wieder entfärbte Flüssigkeit ins Becherglas zurückgebracht und mit einigen Tropfen bis zur eben sichtbaren Rothfärbung versetzt. (Durch einen Tropfen ist der Versuch zu entscheiden.)

Von der dabei verbrauchten und mit 1,1 multiplizirten Anzahl cbcm ist diejenige Zahl abzuziehen, welche bei einem genau ebenso ausgeführten blinden Versuche (ohne Fett) sich ergeben hat, und welche nicht mehr als 0,33 betragen darf."

Erläuterungen zu der Methode.

Erläuterungen. Es werden also erst etwa 50—80 g der aus verschiedenen Theilen der Probe entnommenen Butter in einer Schale auf dem Wasserbade (nicht auf freier Flamme) geschmolzen und mit Hilfe eines Heisswassertrichters filtrirt. Sollte sich im Filtrat eine wässerige Flüssigkeit unter dem warmen Butterfette angesammelt haben, so giesst man das darüberstehende Fett klar in eine andere Schale und rührt während des Erkaltens mit einem Glasstabe um. Davon wiegt man nun mit Hilfe desselben Glasstabes genau je 5 g in vorher sorgfältig getrocknete Kolben von vorgeschriebener

Grösse, verseift in der alkoholhaltigen Natronlauge, verjagt daraus den Alkohol genau nach Vorschrift, um Esterbildung zu vereiteln, und verhindert den Kohlensäurezutritt, da diese erst von der überschüssigen Lauge gebunden durch die Schwefelsäure ebenso frei gemacht würde, wie die Fettsäuren, und beim Titriren einen Mehrverbrauch von Lauge erfordern könnte. Die Bimsteinstückchen ermöglichen eine gleichmässige Destillation ohne Stossen.

Ausser den eigentlich so genannten flüchtigen Fettsäuren gehen mit den heissen Dämpfen auch höhere Fettsäuren ins Destillat über, die wie Augen obenauf schwimmen und durch Filtriren entfernt werden. Je länger die Destillation fortgesetzt wird, desto mehr werden von diesen höheren Fettsäuren mit übergerissen.

Da diese Wollny'sche Modifikation der Reichert-Meissl'schen Methode sich im In- und Auslande fortwährend mehr einbürgert, empfiehlt es sich, nur nach dieser Methode zu arbeiten, da sich anders erhaltene Resultate mit diesen nicht vergleichen lassen.

6. Bestimmung des specifischen Gewichtes.

§ 311. Dieselbe kann mittelst der Westphal'schen Wage geschehen, genau nach Seite 20. Man prüft entweder bei 35° oder bei 100°. In letzterem Falle ist aber ein besonderer Senkkörper nothwendig, der Fettcylinder steht in einem oben geschlossenen kochenden Wasserbad, dessen Dämpfe weggeleitet werden. König hat besondere Aräometer zur Prüfung bei 100° verfertigt, die von 0,855—0,870 reichen. Specifisches Gewicht.

	Specifisches Gewicht bei	
	100° (Sell)	35° (Skalweit)
Butter	0,866—0,868	0,9121
Rinderfett	0,859—0,860	0,9019
Schweinefett	0,860—0,861	—
Oleomargarin	0,859—0,860	0,9017

10—20% der letzteren 3 Fette in einer Butter sind noch durch das spec. Gewicht ziemlich sicher nachweisbar.

7. Bestimmung des Schmelzpunktes.

§ 312. Man zieht sich ein dünnwandiges Glasrohr an einer Stelle stark aus, biegt den entstandenen dünnen Theil nach oben (*a*) und verbindet das Röhrchen durch ein Stückchen Gummischlauch (*d*) mit einem Thermometer (*c*). An die Stelle, wo die Verengung beginnt, bringt man mit einer Platinöse an die Glaswand etwas von dem festen schon seit wenigstens 48^h erstarrten und kalt aufbewahrten Fett, hält das Thermometer mit dem Röhrchen in ein Becherglas mit kaltem Wasser, das man auf kleiner Flamme unter fortwährendem Bewegen des Thermometers langsam erhitzt. Wenn das Fett eben an der Schmelzpunkt.

Wandung herabzufliessen beginnt, notirt man den „Anfangspunkt des Schmelzens", während als „Endpunkt des Schmelzens" der Augenblick bezeichnet wird, in welchem der herabgeflossene trübe Fettropfen völlig klar geworden ist.

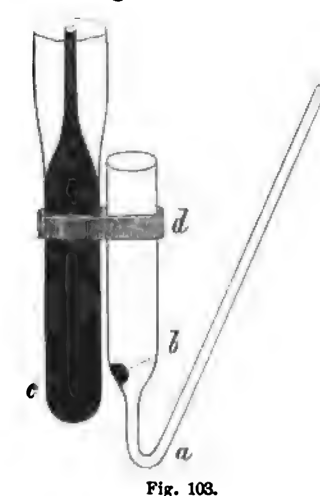


Fig. 103.

In gleicher Weise bestimmt Bensemann auch den Anfangs- und Endpunkt des Schmelzens der wasserunlöslichen Fettsäuren. Zu deren Darstellung werden 5 g Oel oder Fett durch Kochen mit 2 g Aetzkali in 25 g Alkohol verseift, mit 250 g Wasser auf dem Wasserbade bis zur völligen Verjagung des Alkohols erwärmt, dann die Seife mit überschüssiger Salzsäure zersetzt. Durch weiteres Erhitzen bilden die freien Fettsäuren eine obenauf schwimmende klare Schicht, die nach dem Erstarren auf einem gut durchfeuchteten Filter erst mit kaltem, dann mit 1/2 l siedend heissem Wasser gewaschen und bei 90 bis höchstens 100° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wird. Auch diese Fettsäuren müssen längere Zeit kalt gelegen haben, um brauchbar zu sein zu einer exakten Schmelzpunktbestimmung.

Als Beispiele für die Resultate der Methode sei angeführt: Bensemann, Rep. f. analyt. Chemie 1884. Bd. 4. S. 167 und 1886. Bd. 6. S. 202.

	Anfangspunkt des Schmelzens des Fettes	Anfangspunkt des Schmelzens der wasserunlöslichen Fettsäuren	Endpunkt des Schmelzens der wasserunlöslichen Fettsäuren
Butter	34—35°	41—42°	43—44°
Andere Sorte	35-36	42-43	44—45
Rindertalg	45—46	43—44	46—47
Rinderfett	43—44	42-43	45—46
Hammeltalg	50—51	49—50	53—54
Schweinefett	45-46	43—44	46—47
Gänsefett	33—34	37—38	40—41

Die Methode ist auch, was die wasserunlöslichen Fettsäuren betrifft, für Oele und andere Fette wichtig.

8. Prüfung auf freie Fettsäuren.

Freie Fettsäuren.

§ 313. Frische Fette aller Art enthalten neben den Triglyceriden (Glycerinestern) der Fettsäuren nur minimale Mengen freier Fettsäuren. Beim Stehen an der Luft werden aber — theils (vielleicht vorwiegend) durch die kombinirte Wirkung des Sonnenlichtes und des Luftsauerstoffs (Duclaux), theils durch Bakterienthätigkeit (Bacillus butyricus Hueppe, Bacillus amylobacter I und II von Gruber und sicher auch noch durch andere Arten) — Fettsäuren frei, das Fett wird ranzig. Weiter entstehen nach Duclaux Oxyfettsäuren, nach Bondzynski und Rufi freie Oelsäure.

Ranzidität.

Zur Bestimmung des Grades der Ranzidität löst man 50 g des eine Zeit lang geschmolzenen und klar abgegossenen Fettes in ca. 50 cbcm Aether, setzt

einige Tropfen alkoholische Phenolphthaleïnlösung zu und lässt nun alkoholische Normalkalilauge [1]) bis zur beginnenden Violettfärbung zufliessen. Nach dem Vorschlage von Köttsdorfer sagt man: das Fett hat so viele Ranziditätsgrade, als cbcm Normalkalilauge zur Neutralisirung von 100 g Fett nöthig sind. Ranziditätsgrad.

9. Prüfung auf Konservirungsmittel.

§ 314. Verwendung finden neben Kochsalz gelegentlich Borsäure und Salicylsäure; Salicylsäure lässt sich mit einer Lösung von Natriumbikarbonat aus der geschmolzenen Butter als Natronsalz ausschütteln und durch Filtration vom Fette trennen. — Borsäure geht in einen Auszug mit warmem Wasser über. Näheres Seite 275 und 278. Konservirungsmittel.

10. Prüfung auf Farbstoffe.

§ 315. Das Publikum verlangt angeblich das ganze Jahr gelbe Butter. Eine deutlich gelbe Farbe hat die Butter aber nur, so lange das Vieh auf der Weide ist; es hat sich deswegen leider vielfach eingebürgert, die Butter zu färben. Damit soll gewissermassen eine beruhigende Garantie für die stetige Gleichförmigkeit der Butter geboten werden. In neuerer Zeit nimmt die Färbungsgewohnheit wieder ab. Farbstoffe.

Die wichtigsten Farbstoffe sind: 1. Annatto = Orlean = Benefit = Carottine. Braunrother höchst intensiv färbender Körper aus den Früchten von Bixa Orellana. Theils als wässerige Paste, theils in Oel gelöst im Handel. 2. Safran meist mit Saflor, Ringelblumen oder sonstwie gefälscht (siehe Gewürze). 3. Curcuma. Gelbes Pulver aus der Wurzel von Curcuma longa und rotunda. 4. Gelberübensaft (Daucus Carotta). 5. Theerfarbstoffe (siehe Seite 360).

Alle Farbstoffe geben sich zu erkennen, wenn man die geschmolzene filtrirte Butter mit einer Mischung von 15 Th. Methylalkohol und 2 Th. Schwefelkohlenstoff schüttelt. Es scheidet sich dann das Fett in Schwefelkohlenstoff gelöst ab und darüber steht der Methylalkohol. Letzterer nimmt Orlean, Safran, Curcumafarbstoff sehr stark auf; von Gelberübenfarbstoff geht nur wenig in den Methylalkohol über, da er in Schwefelkohlenstoff sehr löslich ist, es bleibt also in diesem Falle die Schwefelkohlenstoffettschicht gefärbt.

Die Differentialdiagnose der einzelnen Farbstoffe ist nicht ganz leicht. Folgende Reaktionen erscheinen mir von den in der Litteratur angegeben gut brauchbar. Man dampft den abgehobenen Methylalkohol in kleinen Proben in Porzellanschälchen im Wasserbade ab und betupft mit 1 Tropfen konzentrirter Schwefelsäure. Orlean, Safran und Gelberübenfarbstoff färben sich dunkelblau mit mehr oder weniger grünem Stich; die Farbennuance ist etwas verschieden — wird aber auch sehr stark von der Reinheit der Isolirung beeinflusst. Safran ist durch den Geruch, sowie auch nur sehr geringe Mengen da sind, zu erkennen. — Curcuma wird rothviolett durch konzentrirter Schwefelsäure und im Gegensatze zu den übrigen genannten Stoffen braun mit Alkalien, die anderen Farbstoffe ändern sich dabei nicht oder kaum. — Ringelblume verhält sich ähn-

[1]) Alkoholische Normalkalilauge erhält man durch Auflösung von ca. 60 g Aetzkali in 1 Liter 96 %igen Alkohols. Durch Titriren mit Normalschwefelsäure bestimmt man, wie viel Alkohol man noch zusetzen muss, damit die Stärke gerade richtig ist. Hält sich nicht sehr lange beim Aufbewahren, wird langsam dunkler braun.

lich wie Gelberübe. Saflorfarbstoff und die etwa verwendeten Anilinfarbstoffe: Dinitrokresolammonium, Kalium oder Calcium (Safransurrogat, Viktoriagelb), Anilingelb (Naphtholgelb S), Martiusgelb (Naphtholgelb) haben wenig charakteristische Reaktionen, sie färben aber ebenfalls Methylalkohol. Vergl. für einige nähere Angaben Gebrauchsgegenstände.

Weitere Anweisung:

Martin, Chem. Zeitg. Rep. 1887. S. 132. Leeds, Chem. Zeitg. Rep. 1887. S. 188. Stebbins, Chem. Zeitg. Rep. 1887. S. 232.

11. Bakteriologische Untersuchung.

Bakteriol. Untersuchg.

§ 316. Die bakteriologische Untersuchung der Butter hätte nach den allgemeinen Methoden zu geschehen; anaërobe Kulturen können hier besonders nothwendig sein. Zählende Untersuchungen sind mir bisher nicht bekannt.

R. Krüger fand (bei Fleischmann, C. f. Bakt. VII. N. 14.) dass auf ausgeschmolzener Butter kaum ein Bakterienwachsthum stattfindet (wenigstens so weit es sich um aërobe Arten handelt). In „käsiger Butter", die schlecht ausgewaschen gelb und übelriechend war, fand er eine Reihe von Spalt- und Sprosspilzen, von den letzteren bedingte Saccharomyces flavus lactis die Gelbfärbung.

B. Beurtheilung der Butter.

Zusammensetzung guter Butter.

§ 317. Nach Fleischmann hat gute Butter, die in richtiger Weise ausgearbeitet ist, etwa folgende Zusammensetzung.

	Nicht gesalzen		Gesalzen	
	nicht gewaschen	gewaschen	nicht gewaschen	gewaschen
Wasser	14,0	15,00	12,00	12,5
Fett	83,82	83,20	84,54	84,5
Eiweisskörper	0,80	0,75	0,65	0,6
Stickstoffreies Nichtfett	1,20	0,90	0,61	0,4
Asche	0,18	0,15	2,20	2,00

Eine Butter von guter Beschaffenheit soll nicht über 15 % Nichtfett enthalten, solche mit mehr als 20 % ist nicht mehr marktfähig (Vereinbarungen der bayerischen Chemiker). Wasserreiche Butter ist in ihrem Nährwerthe vermindert, fade schmeckend; sucht man sie auf Brot zu streichen, so quillt Wasser oder Buttermilch heraus, was unappetitlich ist.

Salzgehalt.

Der Salzgehalt beträgt in gesalzener Butter selten mehr wie 2—2½ %, da selbst, wenn 4 % Salz zugesetzt werden, ein grösserer Theil des Salzes im Knetwasser bleibt. Die deutsche Marine nimmt als Dauerbutter keine Sorte an, die mehr als 3½ % Kochsalz enthält. Weitere Konservirungsmittel als gutes Auswaschen (zur Entfernung der pilzhaltigen Buttermilch), Salzzusatz und Kälte scheinen für kurze Aufbewahrungsdauer unnöthig, zum Essen bestimmte Butter soll eben frisch sein; zur Konservirung von Schiffsbutter könnte

man (natürlich unter Deklaration) event. kleine Mengen von Borsäure oder Salicylsäure gestatten, wenn die besprochenen Hilfsmittel nicht ausreichen. Ich möchte das für einen der Fälle halten, wo vielleicht unsere jetzigen chemischen Konservirungsmittel in vorsichtiger Anwendung ohne Bedenken wären.

Die Butterfärbung ist, wenn gut präparirte, unverdorbene, unschädliche Pflanzenfarben (Orlean, Safran, gelbe Rüben etc.) verwendet werden, hygienisch unbedenklich — die Appetitlichkeit der Waare dürfte aber kaum erhöht werden. Durch ranzige, faulig zersetzte Färbemittel ist es denkbar, dass die Butter gesundheitsschädlich wird, resp. dass ihre Zersetzung begünstigt wird. — Die Verwendung von giftigen Farben, z. B. Dinitrokresolkalium, wäre natürlich sehr geeignet, die Gesundheit zu gefährden (vergl. Gebrauchsgegenstände). Sehr zu begrüssen ist der Standpunkt der Vereinigten Staaten, jede künstlich gefärbte Butter gesetzlich als Kunstbutter zu behandeln. Färbung.

Die Vermischung der Butter mit fremden Fetten[1]) ist durch die Reichert-Meissl-Wollny'sche Methode zu erkennen, da alle anderen Fette weniger flüchtige Fettsäuren enthalten. Meissl hatte verlangt, dass die flüchtigen Fettsäuren aus 5 g Fett mindestens 26 cbcm Lauge verbrauchen müssten, Sendtner (Arch. f. Hyg. I, Seite 140) will 24 festgesetzt wissen. Neuere italienische Forscher haben noch niedrigere Werthe gefunden; Besana, der die zahlreichsten Analysen (114) publizirte, findet nach Wollny's Modifikation 21,8—30,2, Spallanzani in 70 Analysen sogar 20,63—30,6 (Chem. Zeit. Rep. 1889, S. 309). Erkennung fremder Fette.

Rinderfett	verbraucht nur 0,70 cbcm	Margarine	1,98 cbcm
Schweinefett	„ „ 0,90 „	Pflanzenfette	0,6—1,0 „

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass eine annähernd genaue Bestimmung der Menge des zugesetzten fremden Fettes nicht möglich ist. Zu einer Butter mit zufällig sehr hohem Gehalte an flüchtigen Fettsäuren, kann man gewaltige Mengen anderer Fette setzen, bis die Minimalzahl erreicht ist.

Brennt Butter beim Ausschmelzen an, so erleidet sie einen Verlust an flüchtigen Fettsäuren. Solche Butter darf nicht nach dem Gehalt an flüchtigen Fettsäuren beurtheilt werden. Es ist schon oben (Seite 355) die Stellungnahme der Hygiene zum Zusatze fremder Fette zur Butter präcisirt. Angebrannte Butter.

Eine Butter schmeckt und riecht um so unangenehmer, je mehr freie Fettsäuren darin enthalten sind. Ranzidität.

Nach Stockmeier (Bericht über die VIII. Versamml. bayer. Chem. in Würzburg 1889), dem wir die eingehendsten Angaben hierüber verdanken, schmeckt ganz säurefreies Fett fade; frische Butter hat 2—5 Ranziditätsgrade, eine Ranzidität von 5—6 Grad ist schon für Geruch und Geschmack schwach unangenehm. Stockmeier fand keine Personen, denen Butter mit 8 Ranziditätsgraden nicht unangenehm erschienen wäre; nach dem Genusse eines solchen Produktes tritt (nach Stockmeier) zuweilen Unbehaglichkeit, Aufstossen, Sodbrennen ein; bei zwei Erkrankungen leichter Art nach (mässigem) Buttergenusse wies der gleiche Autor eine Ranzidität von 12 resp. 13,7 Graden nach. Aus-

[1]) Huggenberg fand alle als gute, reine Butter in Chemnitz gekauften Proben mit 50—70% fremden Fettes versetzt (Chem. Zeitung 1886).

geschmolzenes Butterfett wird nur sehr langsam ranzig. Kalte Fette schmecken bei gleichem Ranziditätsgrade viel weniger ranzig als warme; im Winter kommt ranzige Butter viel leichter unbemerkt zum Verkaufe als im Sommer. — Das bisher vorliegende Material ist zwar noch entschieden der Erweiterung bedürftig, immerhin ist nach demselben wahrscheinlich, dass Butter mit 8—10 Ranziditätsgraden und mehr gelegentlich gesundheitsschädlich wirken kann. Weitere Forschungen über die Frage sind nothwendig.

Schwermetalle.

Schwermetalle (Kupfer, Blei, Zinn) in Butter gefunden sollen besonders streng zu beurtheilen sein; namentlich soll Kupfer in Verbindung mit Fett viel giftiger wirken als sonst. Durch Stehen, namentlich von heissem ranzigem Fett in kupfernen Gefässen, bildet sich leicht unter Grünfärbung etwas fettsaures Kupfer. Es genügen bereits minimale Kupfermengen, um eine starke Fettfärbung hervorzubringen, so dass man geradezu zum Nachweis von Kupfer empfohlen hat, die angesäuerte kupferarme Flüssigkeit mit etwas Oel zu schütteln. Es soll noch Grünfärbung des Oels eintreten, wenn die Ferrocyankaliumprobe versagt. Speziellere Untersuchungen über gesundheitsschädliche Wirkung fettsauren Kupfers fehlen bisher in der Litteratur. (Vergl. Bericht über die VI. Versamml. der bayer. Chem. in München 1887 und Abschnitt Gebrauchsgegenstände.)

Milch, die pathogene Bakterien enthält, kann eine ebensolche Butter liefern, vergl. hierüber Milch Seite 347.

Anhang I. Margarine und Kunstbutter.

Margarine.

§ 318. Als Margarine[1]) (früher auch „Kunstbutter“ genannt) wird ein Ersatzmittel für Butter in den Handel gebracht, das in verschiedener Weise hergestellt wird.

Die beste Methode (Mége-Mouriès) verfährt folgendermassen: Frisches bestes Rindsfett (namentlich Nieren- und Gekrösefett) wird gewaschen, feinverhackt, bei etwa 50° geschmolzen vom Nichtfett sorgfältig abgegossen, bei ca. 24° erstarren lassen, wobei sich das Tristearin krystallinisch abscheidet. Das leichter flüssige Triolëin und Tripalmitin (zusammen Oleomargarin genannt), giebt mit Wasser, Milch und etwas Butterfarbe (Seite 359) verbuttert nach dem Salzen und Auswaschen ein butterartig schmeckendes Präparat von tadelloser Appetitlichkeit.

Untersuchg.

Die Untersuchung verfährt ganz wie bei Butter; um eine Kontrolle zu erleichtern, verbietet das deutsche Reichsgesetz den Verkauf von Margarine, der mehr als ihr gleiches Gewicht Milch oder mehr als 10% Rahm zugesetzt sind.

Kunstbutter hat bei 100° ein spec. Gewicht von 0,859—0,861, bei 35° von 0,9019; nach Reichert-Meissl werden auf 5 g nur ca. 2 cbcm $^1/_{10}$ Normalkalilauge verbraucht.

---

1) Margarine ist, seit am 12. Juli 1887 ein Gesetz betreffend den Verkehr mit Ersatzmitteln für Butter in Kraft getreten ist, die offizielle obligatorische Bezeichnung.

Gegen ein streng nach obiger Vorschrift hergestelltes Produkt hat die Hygiene gar nichts einzuwenden; dass es ein klein wenig schlechter im Darme ausgenützt werde, ist erst noch sicherer zu beweisen; auch ein vielerorts üblicher Zusatz von Pflanzenölen (Erdnussöl, Nussöl, Baumwollsamenöl) ist nicht als gesundheitsschädlich zu bezeichnen. Wird allerdings Fett kranker Thiere (vergl. Fleisch), Fett aus Abdeckereien, lange gelagertes Fett benützt, nicht mit höchster Reinlichkeit verfahren, werden Fleisch und Bindegewebstheile nicht sorgfältig von dem Präparat getrennt, giftige Farben verwendet u. s. f., so kann auch Margarine schädlich werden — ekelhaft und unbedingt zu beanstanden sind so bereitete Produkte immer. Beurtheilung.

Anhang II. Speisefette.

§ 319. Zur menschlichen Nahrung finden von thierischen Fetten neben Butter und Margarine namentlich ausgedehnte Verwendung: Schweineschmalz, Rindsfett (namentlich Nierenfett) und Gänsefett. Von pflanzlichen Fetten namentlich: Das Oel aus Oliven, Mohnsamen, Bucheckern, Erdnüssen, Sesam, Wallnüssen, Sonnenblumen, Baumwollsamen, in neuerer Zeit kommt auch gereinigtes Kokosfett als Speisefett in den Handel. Die wichtigsten pflanzl. und thierischen Speisefette.

Auf die Unterscheidung dieser Körper von einander kann hier nicht näher eingegangen werden; der Nachweis bestimmter billigerer Fälschungsmittel in den theueren ist oft sehr schwierig und nicht immer sicher zu führen. Als generelle Methoden zur Untersuchung sei erwähnt: Allgemeine Untersuchungsmethoden.

1. Bestimmung des specif. Gewichtes (Seite 357).
2. Bestimmung des Schmelz- und Erstarrungspunktes der Fette und der daraus abgeschiedenen Fettsäuren (Seite 357 und 358).
3. Bestimmung der Jodmenge, welche die ungesättigten Fettsäuren (Oelsäure) in dem Gemisch zu binden vermögen. (Hübl'sche Jodzahl.)

Daneben spielen Geruch, Geschmack und namentlich für das Baumwollsamenöl Farbenreaktionen eine wichtige Rolle.

Indem ich für alle weiteren Details auf die unten erwähnte Speziallitteratur verweise, erwähne ich nur noch folgende Untersuchungsmethoden auf einige gröbere Verfälschungen:

1. Prüfung auf Wassergehalt und Zusatz anorganischer Stoffe zu festen Fetten. Alle Speisefette sollen wasserfrei sein, d. h. geschmolzen vollkommen klare Flüssigkeiten darstellen. Annähernd lässt sich in der Weise der Wassergehalt ermitteln, dass man eine abgewogene Fettmenge längere Zeit in einem graduirten Cylinder in warmes Wasser stellt. Etwaige Gewebspartikel, die aber kaum vorkommen dürften, senken sich nebst dem Wasser zu Boden, ebenso etwa beigemengter Schwerspath, Gips, Talk etc. etc., es bildet sich so eine wässerige und darüber eine Fettschicht. Wassergehalt und Asche.

Sind Seifen vorhanden (siehe S. 364), die man zuweilen durch Laugezusatz zum Fett absichtlich erzeugte, um letzterem die Fähigkeit zu geben, mehr Wasser aufzunehmen, so scheiden sich Fett und Wasser ganz unvollkommen von einander. Man verfährt dann — und überhaupt stets, wenn man nicht bloss annähernde Genauigkeit wünscht, wie bei Butter (Eintrocknen auf Sand). Seife.

2. Prüfung auf Zusatz von „Mineralfetten“. Es sind schon öfters flüssige und halbfeste Kohlenwasserstoffe (Vaseline, Paraffinöl u. dergl., die also gar keine Fette Mineralfett.

sind) zur Fettfälschung benutzt worden (Zusatz bis 33%). Dieselben werden erkannt, indem man 10 g Fett mit ca. 10 cbcm starker Kalilauge und 50 cbcm Weingeist bis zur vollständigen klaren Lösung kocht. Dampft man nun den Alkohol im Wasserbade vollkommen ab, so muss sich die gebildete Seife klar in Wasser lösen; ein unlöslich bleibender Antheil besteht aus Mineralöl, welches durch Filtriren durch ein nasses Filter oder mit dem Scheidetrichter von der Seife getrennt werden kann. Eventuell reinigt man noch das Paraffin durch Lösen in Petroläther, Filtriren und Abdampfen des Lösungsmittels.

Ranzidität u. Seifenzusatz.

3. Prüfung auf Ranzidität und Seifenzusatz. Schüttelt man frisches thierisches Fett mit dem gleichen Volum erwärmten Spiritus und setzt nach dem Erkalten etwas Wasser zu, so ist die Reaktion seltener neutral, meist schwach sauer, selten stark sauer. Durch Titriren lässt sich der Grad der Ranzidität wie bei Butter bestimmen. — Reagirt der Auszug mit warmem Alkohol alkalisch, so sind Laugen zugesetzt und Seife gebildet. Zum sicheren Seifennachweis würde man das geschmolzene Fett mit heissem Wasser ausschütteln, die entstandene Seifenlösung nach dem Erkalten vom Fette trennen, mit Schwefelsäure die Fettsäuren abscheiden, dieselben abfiltriren, trocknen und wiegen, sowie im Filtrat die Alkalien bestimmen.

Beurtheilung.

§ 320. Jedes Fett von abnormem Geruch, Geschmack, Farbe[1]) und Konsistenz ist bis zur Aufklärung der wahren Ursache dieser Eigenschaft als der Gesundheitsschädlichkeit verdächtig zu bezeichnen. Amerikanisches Schweinefett, das aus Speck gepresst wird, der mit überhitztem Dampfe erwärmt wurde, ist schmierig weich, aber nicht gesundheitsschädlich.

Der Nährwerth und die Zuträglichkeit aller thierischen und der meisten pflanzlichen Fette ist etwa der gleiche[2]); Wassergehalt vermindert ihn, ist also bei allen Fetten ausser Butter zu beanstanden. Seifen, resp. Laugenzusatz ist als Mittel, Wasser oder dem Preise nach minderwerthige Fette zufügen zu können verwerflich; eine Störung der Gesundheit durch so kleine Dosen, dass der Geschmack nicht auffällt, nicht wahrscheinlich; grössere Seifenmengen wirken bekanntlich brechenerregend. Der Gedanke, Seife mit zu verzehren, ist für die meisten Menschen ekelhaft. — Die Ranzidität der thierischen Fette dürfte wie die der Butter (Seite 361) zu beurtheilen sein, ich fand für 3 gute Olivenöle aus guten Geschäften 2,1, 4,4, 5,4 Ranziditätsgrade, bei 2 billigen „Speiseölen" aus kleinen Läden 9,0 und 10,6.

Giftiges Fett.

Giftiges Gänsefett ist von Siedler (Franks Magaz. II, 588) beschrieben; es wirkte offenbar durch Ptomaïne. Nach Elsner ist das Fett krepirter Gänse von süsslich widerlichem Geruch und Geschmack.

Vaseline.

Vaseline und sonstige Mineralöle sind ganz unresorbirbar; sie stellen also mindestens einen werthlosen Ballast für den Verdauungsapparat dar. Aus England sind aber sogar einige Fälle von heftiger Erkrankung an Magendarmsymptomen berichtet, bei Kindern, denen wegen Katarrh der Respirationsorgane Vaseline mit Zucker verabreicht wurde. Shepter Robinson, Brit. med. Journ. 1886, S. 296 und Vincent, Brit. med. Journ. 1886, S. 543.

---

1) Kyll hat grüne Flecken, gebildet durch die harmlose Alge Pleurococcus vulgaris, auf Butter beobachtet, die dadurch ekelhaft wurde.

2) Die schwer schmelzbaren Fette werden schlecht ausgenützt, z. B. Hammelfett. Vergl. Chokolade. In Portugal soll die unglaubliche Fälschung von Olivenöl mit dem drastischer als Ricinusöl wirkenden Oele aus den Samen der Euphorbiacee Jatropha Curcas vorgekommen sein. Hiepe (Rep. d. anal. Chem. 1885).

Litteratur.

Schädler, Technologie der Fette und Oele. Leipzig. 1883. — Derselbe: die Untersuchung der Fette, Oele, Wachsarten. Leipzig. 1890.
Benedikt, Analyse der Fette. Berlin. 1888.
Besana, C., Sui metodi atti a distinguere il burro artificiale dal burro naturale e le loro miscele. Lodi 1888.
Fleischmann, Artikel „Butter“ in Dammer's Lexikon der Verfälschungen.
Sell, Ueber Kunstbutter. Ihre Herstellung, sanitäre Beurtheilung und die Mittel zu ihrer Unterscheidung von Milchbutter. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt. Bd. I. Erschöpfende kritische Arbeit, und ebenda
Sell, Beiträge zur Kenntniss der Milchbutter und der zu ihrem Ersatz in Anwendung gebrachten Fette.

II. Käse.

§ 321. Die etwa 150 unter einander theilweise ganz grundverschiedenen Käsesorten werden alle aus Milch gewonnen. Man kann folgendermassen eine erste Orientirung gewinnen: Käsesorten.

I. Lab- oder Süssmilchkäse. Das Kaseïn wird durch Lab (Ferment des Kälberlabmagens) aus der süssen Milch gefällt:

1. Rahmkäse oder überfetter Käse, die aus Rahm oder aus ganzer Milch unter Zusatz von Rahm gewonnenen Käse, bei denen der prozentische Fettgehalt den des Kaseïns bedeutend übersteigt.
2. Fettkäse, aus ganzer Milch, Fett- und Kaseïngehalt mehr oder weniger gleich.
3. Halbfette Käse, zur Hälfte aus theilweise entrahmter Abendmilch und ganzer Morgenmilch.
4. Magerkäse, aus ganz oder theilweise entrahmter Milch; Fettgehalt bedeutend niedriger als Kaseïngehalt.

II. Sauermilchkäse. Das Kaseïn wird aus saurer Milch beim Erwärmen durch die Milchsäure gefällt.

III. Molkenkäse. Der bei dem Verfahren I in den Molken noch übrigbleibende Eiweissrest wird durch vorsichtiges Eindampfen gewonnen.

Die Gruppe I umfasst weitaus die zahlreichsten und wichtigsten Sorten, so unter den Weichkäsen die Limburgerkäse und die zahlreichen Luxusrahmkäse; die Hartkäse (Emmenthaler, Algäuer, norddeutsche, englische, holländische Sorten) sind sämmtlich Labkäse. Zu Gruppe II gehören die frischen Quarg- und die Handkäse; Gruppe III spielt auf dem Weltmarkte keine Rolle.

Verschiedenheit der Zusammensetzung.

Es ist begreiflich, dass nach der Herstellungsweise der Käse der Fettgehalt, Eiweissgehalt und Wassergehalt enorm schwankt; dazu kommen die wichtigen Verschiedenheiten, die durch das Reifen und beim Lagern unter Mitwirkung verschiedener Bakterien u. s. f. bedingt sind. Die Löcher im Käse dürften durch Kohlensäureentwickelung entstehen. — Hier sei nur noch erwähnt, dass manchen Sorten wie: Gorgonzola, Roquefort, Stilton, Schimmelsporen absichtlich zugesetzt werden, die grünlichen Züge in diesen Käsen sind — botanisch noch wenig erforschte — Schimmelvegetationen. Schabzieger (Kräuterkäse) erhält einen würzenden Zusatz von Melilotus coerulea.

Resultate der bakt. Käseuntersuchung.

Sorgfältige bakteriologische Studien über Käse und speziell den Reifungsprozess derselben haben Adametz und von Freudenreich (siehe Litteratur) angestellt. In 1 g Hauskäse wurden 8½, in 1 g reifen Emmenthaler im Durchschnitt 5½ Millionen Bakterien gefunden (Adametz) (in älteren Käsen sind nach v. Freudenreich oft nur um 100 000 herum) – eine Menge verschiedener meist aërober Arten isolirt und beschrieben. Näheres Eintreten verbietet sich, da bisher diese wichtigen Vorarbeiten für die hygienische Praxis noch kaum verwendbar sind. — Neuestens hat v. Freudenreich nachgewiesen, dass Pilze, welche Euterentzündung erregen, auf Milch verimpft, blähende Käse liefern (Bacillus Guillebeau a, b, c).

A. Untersuchung[1]) des Käses.

Untersuchung.

§ 322. Probenahme. Von kleineren Käsesorten nimmt man das ganze Stück, von grösseren (z. B. Emmenthaler), einen vom Rande nach der Mitte hin sich keilförmig verschmälernden Ausschnitt in Arbeit und zerkleinert nach vorsichtiger Entfernung der Rinde je nach der Konsistenz auf dem Reibeisen oder in der Reibschale, um ein ganz gleichmässiges Gemenge zu erhalten, das zur möglichst raschen Entnahme der Proben für die einzelnen Bestimmungen in einem mit Glasstopfen verschlossenen Gefässe bei niedriger Temperatur aufbewahrt wird.

Trockensubstanz.

Das Wasser, bezw. die Trockensubstanz bestimmt man, wie unter Milch angegeben; 2—3 g der Probe trocknet man mit 30 g ausgeglühtem Sande bis zur Gewichtskonstanz bei 100°. Die Menge der hierbei mit dem Wasser entweichenden flüchtigen Fettsäuren oder Ammoniakverbindungen ist so geringfügig, dass man sie nach Sartori getrost vernachlässigen darf.

Fett.

Das Fett[2]) wird durch Aetherextraktion der Trockensubstanz gewonnen, (nach Seite 256). Der Aetherextrakt enthält neben Fett noch geringe Mengen freie Fettsäuren, die wie bei Butter durch Titrirung bestimmt werden können (Seite 358), ebenso (namentlich bei jungen Käsen) Milchsäure. Etwas an Alkalien gebundene Fettsäuren bleiben im Käse zurück, ihre Bestimmung pflegt nicht ausgeführt zu werden. Der Stickstoffgehalt wird im fettfreien Rückstande bestimmt aber nicht auf Eiweiss umgerechnet, da der Käse daneben bedeutende Mengen Amide, Lecithin, Nucleïn und anderes stickstoffhaltiges „Nichteiweiss“ enthält.

Asche.

Die Asche wird in 5 g Käse bestimmt und, wie bei Butter angeführt, weiter untersucht. Spuren von Kupfer finden sich in vielen Käsen; Blei bei Umhüllung mit bleihaltigem Stanniol. Anwesenheit von Kreide, Gips, Erde (im Gorgonzola) wird leicht durch Analyse der Asche erkannt.

Farbstoffe werden wie bei Butter verwendet — aber nicht mehr so viel wie früher.

Stärke.

Einen Stärkezusatz würde man mit Jod leicht entdecken; es werden zuweilen in billige Quargkäse zerquetschte gekochte Kartoffeln eingerührt. Es soll vorkommen,

1) Die Prüfung mit den Sinnen liefert dem Erfahrenen wichtige Anhaltspunkte zur Beurtheilung, aber auch nur diesem.

2) Einen Zusatz fremder Fette nachzuweisen, müsste man das Fett aus etwa 40 g Käse extrahiren, den Aether verdunsten und das Fett weiter untersuchen, wie unter Butter S. 361 angegeben. Es wird nämlich gegenwärtig auch Käse aus Schleudermilch dargestellt, der man an Stelle des abgerahmten natürlichen Fettes Margarine oder Pflanzenöle zusetzt (sogenannter Kunstkäse).

dass Käse mit Harn bestrichen werden, um ihnen pikanten Geschmack zu verleihen; der Nachweis wäre leicht durch Extraktion der Käserinde mit Natriumkarbonat und Harnsäureprobe im Filtrat zu erbringen (Seite 230). Harn.

Sichere Merkmale zur Erkennung gesundheitsschädlicher Käse fehlen; sowie Geruch und Geschmack von dem bei der fraglichen Sorte gewohnten abweichen, ist grosses Misstrauen am Platze; es haben aber auch schon Käse giftig gewirkt, die gar keine auffallenden Eigenschaften boten. Backsteinkäse und andere weiche Käse sind häufiger giftig als Hartkäse. Auf Tyrotoxikon, das mehrfach in Amerika in giftigen Käsen gefunden wurde, untersucht man den zerriebenen oder zerquetschten Käse nach Seite 345, für die Untersuchung auf andere Ptomaine vergl. Seite 79. Erkennung giftiger Käse.

B. Beurtheilung des Käses.

§ 323. Die chemische Zusammensetzung giebt ein Urtheil über den Nährwerth; durch den hohen Eiweissgehalt bei billigem Preise gehören besonders die halbfetten Käse zu unseren preiswerthesten Nahrungsmitteln. Nährwerth.

Gesundheitsschädliche Verfälschungen kommen höchst selten vor und erheischen keine besondere Betrachtung. Ueber Farbstoffe gilt das bei Butter Gesagte; auch die oberflächliche Färbung mit Croton tinctorium (roth), und Anilinroth, die in England und Holland häufig geübt wird, ist unbedenklich, wenn letzteres arsenfrei ist. Wegen der Schwermetalle vergl. Butter.

Als ekelhaft ist ein Käse zu bezeichnen, wenn er nicht nur an der Oberfläche kleine Schimmelräschen zeigt, sondern aus- und inwendig reichlich von als solche kenntlichen Schimmelvegetationen durchwachsen ist. Die dem Laien auch gar nicht als Schimmel erscheinenden Vegetationen im Roquefort u. a. sind natürlich von der Hygiene nicht zu beanstanden. Ekelhaft ist Käse ferner, wenn er von Fliegenlarven in grösserer Zahl bewohnt wird, wenn er faulig riecht, abnorm weich ist, (zerfliesst) oder frische Gährung zeigt. Ekelhafter Käse.

Es ist von eingehenden bakteriologisch-chemischen Studien eine schärfere Präcisirung der Veränderungen in giftigem Käse zu erwarten; bis dahin müssen wir uns mit dem strengen Ausschluss aller Käse begnügen, die unseren Sinnen im entferntesten den Verdacht der Gesundheitsschädlichkeit erwecken. Tyrotoxikon ist sehr giftig.

Schwarzer Käse (F. J. Herz, Milchzeitung 1886 S. 498 und Hüppe l. c. 1886 S. 659), durch die Entwickelung eines schwarzen Sprosspilzes, ist unschädlich aber unappetitlich; in Holstein soll vielfach „blauer Käse" zur Entwickelung kommen und trotz seiner oft sehr unappetitlichen, blaufleckigen, graublaugesprenkelten Farbe ohne Schaden verzehrt werden. (v. Klenze, vergl. Litter.) Bisher galt unvorsichtige Verwendung eiserner Geräthe für eine Hauptursache dieses Fehlers, neuestens hat de Vries in blauem Edamer Käse noch nicht näher beschriebene unbewegliche, nur bei Luftabschluss Farbstoff bildende Bakterien gefunden. (Milchzeitg. 1888. No. 44 und 45.) Schwarzer Käse. Blauer Käse.

Gesundheitsschädliche „Kunstkäse" sind bisher nicht bekannt geworden, ihr Nährwerth dürfte der von gleich zusammengesetzten Naturkäsen sein — aber die Appetitlichkeit wohl meist viel zu wünschen übrig lassen. Kunstkäse.

Litteratur.

v. Klenze, Handbuch der Käsereitechnik. Bremen. 1884. — 194 Holzschnitte, 33 autotypische Käseabbildungen. Giebt ausführliche Orientirung über das ganze Gebiet.

Besana, Compendio teorico-pratico di caseificio. Milano. 1890.

Sartori, Latte, burro, cacio. Milano. 1889. Klein, inhaltreich, viel eigene Studien.

Duclaux, le lait. Paris. 1887.

Adametz, Bakteriologische Untersuchungen über den Reifungsprozess der Käse. Landwirthschaftliche Jahrbücher 1889. S. 227.

v. Freudenreich, Recherches préliminaires sur le rôle des bactéries dans la maturation du fromage de l'Emmenthal und: Sur quelques bactéries produisant le boursouflement des fromages. Annales de Micrographie. Paris. 1890.

Litteratur über Käsegift findet sich bei Senkpiehl: „Ueber Massenerkrankungen nach Fleischgenuss etc.", Dissertation, Berlin 1887, sowie in den Jahresberichten für Pharmakognosie, Pharmacie und Toxikologie von Beckurts.

X. Abschnitt.

Mehl und Brot[1]).

§ 324. In unseren Gegenden spielen als Brotfrucht nur Weizen, Spelz (Dinkel, Fesen) und Roggen (Korn) eine bedeutende Rolle. In Gebirgsgegenden und in nördlichen Gegenden kommen daneben Gerste, Hafer und Buchweizen, im Süden Mais, Reis und mehrere Hirsearten zur Verwendung. Buchweizen und Reis liefern kein Brot, nur Brei u. dgl. Wichtigste Brotfrüchte.

Aus dem Genus Weizen (Triticum) werden bei uns neben Triticum vulgare manchmal, obwohl seltener, kultivirt: Triticum durum, namentlich in Südeuropa gebaut, liefert sehr kleberreiche harte Körner zur Maccaronifabrikation; Trit. turgidum, namentlich in England und Holland kultivirt, (stärkereiches, kleberarmes, deshalb schlechtbackendes Mehl liefernd); Trit. dicoccum (Emmer, Ammer, Zweikorn) und Trit. monococcum (Einkorn). Bei den beiden letzten Arten bleiben die Körner nach dem Dreschen, wie bei dem in Süddeutschland viel gebauten Trit. Spelta (Spelz), von den Spelzen umschlossen. — Von Roggen (Secale cereale), Reis (Oryza sativa) und Mais (Zea Mays) wird nur je eine Art kultivirt, aber z. Th. verschiedene Spielarten. — Buchweizen (Polygonum Fagopyrum) ist bekanntlich keine Graminee, sondern gehört zu den Polygonaceen (Knöterichgewächsen).

A. Untersuchung des Mehls.

§ 325. Unter Mehl versteht man das Produkt der Zermahlung der von Unkrautsamen und Schmutz befreiten, geschälten Getreidekörner zwischen Mühlsteinen oder gerippten Walzen. Namen der Mahlprodukte.

Von der modernen Hochmüllerei werden jetzt namentlich aus Weizen eine Reihe sehr verschieden weisser Mehle hergestellt; die weissesten Nummern sind aus den innersten Theilen des Kornes genommen. Man unterscheidet z. B.:

00. Kaiserauszugmehl,	4. Semmelmehl,
0. Auszugmehl,	5. Weisses Pollmehl,
1. und 2 Bäckerauszug,	6. Schwarzes Pollmehl,
3. Mundmehl,	7. Kleie.

Schrot, Gries, Dunst sind (in zunehmender Feinheit) Namen für Vorstufen der Mehle. — Als Futtermehle finden Abfälle der Müllerei zur Thierfütterung Verwendung.

---

[1]) Einige vollständige Analysen finden sich in Tabelle IX mitgetheilt.

Die feinsten Weizenmehle sind eiweissarm (10,1%); die gröbsten enthalten 13—16% Eiweiss neben reichlicher Cellulosebeimischung. Von grosser Bedeutung für den Eiweissgehalt ist auch, was für eine Weizensorte verwendet wurde.

Roggenmehle sind an sich dunkler und werden auch nicht in der Feinheit wie beim Weizen hergestellt.

Durch Ausbreitung auf mattem, dunklem Papier lassen sich Kleienbeimengungen erkennen; dem Geübten genügt die Farbe und der Griff des Mehls, um sogar den Grad der Verunreinigung durch Kleie zu schätzen. Die Untersuchung von Mehl hat sich auf die Prüfung folgender Punkte zu erstrecken:

1. Gehalt an Wasser, Asche, Eiweisskörpern ev. Fetten,
2. Vorhandensein fremder Bestandtheile: Mineralpulver, Unkrautsamen, kranke Getreidekörner,
3. Vorhandensein von Zersetzungsprodukten, Schimmel u. dergl.

1. Chemische Untersuchung.

Wassergehalt.

§ 326. Wassergehalt. Man verfährt genau nach Seite 250. Mehl von normalem Wassergehalt giebt mit der Hand gedrückt einen lockeren, leicht zerfallenden Klumpen; feuchtes Mehl ballt sich in den Säcken noch mehr beim Drücken in der Hand und hält sich schlecht (Seite 375).

Fett- und Eiweissgehalt. Man verfährt genau nach S. 256 resp. 252.

Der wichtigste Eiweisskörper der Getreidekörner ist der Kleber.

Klebergehalt und Backfähigkeit.

Die Backfähigkeit eines Mehles hängt besonders vom Klebergehalt ab; ist derselbe zu gering, oder der Kleber durch Zersetzungsprozesse angegriffen (verändert), so kann unter Umständen dasselbe nicht mehr im Stande sein, einen kompakten, gut aufgehenden Teig zu bilden.

Eine einfache Methode bestimmt den Klebergehalt im Weizen (nicht im Roggen) genügend genau für praktische Zwecke. 50 g Mehl mit 25 g Wasser werden in einer Schale gut gemischt $^1/_2$—1^h stehen gelassen. Dann sammelt man den Teig in ein feines Leinentuch, das man in Beutelform zuhält und knetet nun unter der Wasserleitung den Teig aus. Milchartig läuft eine Stärkesuspension weg; gelb, zäh und plastisch bleibt der Kleber zurück. Nach einiger Zeit entfernt man das Tuch von dem schon annähernd gereinigten Kleber und vollendet das Auskneten mit der Hand, bis das Wasser klar abläuft. Der frische gut ausgedrückte Kleber soll 25—30, nach dem Trocknen 12—15 Proz. des Mehlgewichts in gutem backfähigem Weizenmehle betragen. Schlechtes Mehl liefert wenig oder dunkelfarbigen, schleimigen, wenig plastischen Kleber. Roggen liefert keinen plastischen, sondern einen zerfliessenden Kleber, der sich nicht auswaschen lässt.

Halenke und Möslinger empfehlen, da sie mehrfach aus schlecht backendem Mehl den normalen Klebergehalt durch Auswaschen erhielten, folgende Probe. Aus 50 g Mehl und 25 g Wasser macht man einen Teig und legt ihn unter eine Glasglocke. Schlecht backendes Mehl zeigt oft schon nach $^1/_2{}^h$ Glanz und beginnendes Zerfliessen, nach 12^h ist der Teig meist ganz zerflossen. Teig aus gutem Mehl ist auch dann noch trocken, fest, elastisch. — Mir fehlen eigene Erfahrungen.

Aleurometer.

Die Prüfung der Backfähigkeit kann auch direkt (für Roggenmehl wie Weizenmehl) dadurch vorgenommen werden, dass man die Ausdehnung eines Teigstückchens beim Backen in einer mit Oel bestrichenen Röhre im Oelbad misst. Die auf dieses Prinzip gegründeten Apparate heissen Aleurometer. Je zäher der Kleber, um so besser hält er die sich ausdehnende Kohlensäure zurück, um so grösser ist auch die Backfähigkeit.

§ 327. **Asche**[1]) **und anorganische Beimengungen.** Die quantitative Bestimmung geschieht nach Seite 252. Asche.

Füllt man in ein Reagenzglas ca. 10 cbcm Chloroform, dann ca. 5 cbcm Mehl, verschliesst mit dem Daumen, schüttelt um und lässt stehen, so bleibt das Mehl, das mit dem Chloroform ziemlich gleiches specif. Gewicht hat, suspendirt (resp. schwimmt), während beigemischte Mineralstoffe als weissliches Pulver zu Boden fallen. Ganz frei von solchen ist selten ein Mehl (Mühlsteinabnutzung, Sand) aber bei gut geputztem und unverfälschtem Getreide darf sich nur ein Minimum davon finden. Ist der Absatz gross, so behandelt man eine grössere Probe Mehl in dieser Weise, sammelt das Sediment durch Abgiessen von Mehl und Chloroform und untersucht nach folgendem Gang. Nachweis von Mineralpulvern.

Es können in Frage kommen[2]): Nähere Untersuchung von Mineralpulvern.

$Ca\,CO_3$ = Calciumkarbonat, Marmor- resp. Kreidepulver;
$Mg\,CO_3 + Ca\,CO_3$ = Dolomit (Mischung von Calcium und Magnesiumkarbonat);
$Ca\,SO_4$ = Calciumsulfat, Gips;
$Ba\,SO_4$ = Baryumsulfat, Schwerspath;
Kieselsäure und Calciumaluminiumsilikate.

Braust der Niederschlag mit Salzsäure, so ist CO_2 nachgewiesen; löst er sich leicht vollständig, so sind bloss Karbonate und allenfalls etwas Calciumsulfat zugegen. Grössere Mengen von Gips lösen sich erst beim längeren Kochen mit viel Wasser oder Salzsäure (langsam auch in doppelkohlensaurem Natron in der Kälte); in der salzsauren Lösung weist Chlorbaryumzusatz die Schwefelsäure als weisses $Ba\,SO_4$ nach. Bleibt nach energischer mehrmaliger Behandlung mit einem Ueberschuss von verdünnter heisser Salzsäure noch ein ungelöster Rückstand, so handelt es sich um Schwerspath, der allen Lösungsmitteln trotzt, eventuell um Quarzpulver oder Silikate.

Um zu entscheiden, ob Magnesium oder Calcium durch Salzsäure in Lösung gegangen ist, prüft man nach einander auf Kalk und Magnesia (nach Seite 217).

Einen auch in kochender, mehrfach erneuerter Salzsäure unlöslichen Rest, der Baryumsulfat oder Kieselsäure resp. ein schwer lösliches Silikat von Calcium und Thonerde sein kann, kann man trocken in feingepulvertem Zustande mit entwässertem reinem Natriumkarbonat mischen und zusammenschmelzen. Dabei entsteht: $Ba\,SO_4 + Na_2\,CO_3 = Ba\,CO_3 + Na_2\,SO_4$, wenn Schwerspath anwesend war. Die Schmelze wird mit Wasser ausgezogen, um das Na_2SO_4 zu entfernen; das in Wasser unlösliche $Ba\,CO_3$ löst sich jetzt leicht in HCl, auf Zusatz von H_2SO_4 fällt unlösliches $Ba\,SO_4$ nieder. Hatte man vorher nicht mit HCl ausgekocht und ist noch $CaSO_4$ zugegen, so haben wir nach dem Schmelzen neben $BaCO_3$ auch $CaCO_3$ und nach dem Lösen des in Wasser unlöslichen in Salzsäure $CaCl_2$ neben $BaCl_2$. Eine 25proz. Lösung von Ammoniumsulfat fällt hieraus bloss $BaSO_4$, im Filtrat kann man durch Ammoniumoxalat und Ammoniak den Kalk fällen.

Waren Silikate zugegen, so ist durch das Schmelzen SiO_4Na_4 und SiO_3Na_2 (kieselsaures Natron) entstanden, die in Wasser löslich sind; auf Zusatz von Salzsäure zum wässrigen Auszug fällt die Kieselsäure gallertig aus als $Si(OH)_4$ resp. SiO_3H_2, die beim Eindampfen zur Trockne, Befeuchten mit starker HCl und abermaligem Erhitzen in ihr unlösliches Anhydrid SiO_2 übergeht.

---

1) Die Asche reinen Getreides ist reich an P_2O_5 und Kali, arm an Kalk und Schwefelsäure; bei Gipszusatz ändert sich dies. Kupferspuren sind stets vorhanden (vergl. Brot), Kassner fand einmal 0,1 g Nickel pro Kilo Getreide.

2) Es soll vorkommen, dass der Zusatz von Kupfer- und Zinksulfat sowie Alaun, wie er mancherorts bei der Brotbereitung häufig stattfindet, schon zum Mehl gemacht wird; für den Nachweis vergl. Brot. Für Blei, das aus nachlässig mit Blei ausgebesserten Mühlsteinen in's Mehl gelangen kann, vergl. Gebrauchsgegenstände.

2. Mikroskopische Untersuchung von Mehl auf seine Herkunft.

Mikroskop. Untersuchg.

§ 328. Fälschung von Weizenmehl mit Roggenmehl kommt nicht vor; schlechtes Weizenmehl ist schon als Roggensurrogat verkauft, Gerstenabfälle sind schon vermahlen anderen Mehlsorten zugesetzt worden, doch sind dies ziemlich seltene Fälle. Auch hätten solche Substitutionen kein hygienisches Interesse. Hier sei nur im Allgemeinen bemerkt, dass Weizen und Roggen s t ä r k e in Gemischen nicht mit Sicherheit zu unterscheiden sind (vergl. S. 386), dagegen liefern die im Mehl vorkommenden Zellfragmente, Haare etc., Anhaltspunkte zur Unterscheidung (vergl. Litteratur S. 388 und die Angaben auf S. 379).

3. Chemische und mikroskopische Untersuchung auf kranke Getreidekörner und Unkrautsamen.

Die häufigsten Ackerunkräuter.

§ 329. Wichtig kann es werden, im Mehle Unkrautsamen mikroskopisch nachzuweisen, doch sind auch hierfür chemische Methoden soviel bequemer, dass man letztere wenigstens stets zuerst versuchen wird. Für kranke Getreidekörner, die wie Unkrautsamen vor dem Vermahlen zu entfernen sind, ist dagegen die mikroskopische Untersuchung zum Theil unentbehrlich. -- Immer ist natürlich eine Untersuchung des unvermahlenen Getreides ausserordentlich viel leichter, da die meisten der fraglichen Körner eine makroskopisch leicht kenntliche Form besitzen.

Die am häufigsten gefundenen Unkrautsamen und Früchte stammen von Ranunculus arvensis (Ackerhahnenfuss), Adonis aestivalis (Blutströpfchen), Delphinium consolida (Feldrittersporn), Sinapis arvensis (Ackersenf), Rhaphanus Rhaphanistum (Ackerhedrich), Rapistrum rugosum (Repsdotter), Viola tricolor (Stiefmütterchen), Papaver Rhoeas u. a. Arten von Mohn, Vicia angustifolia, Cracca, sativa u. a. Wickenarten, Lathyrusarten (Platterbse), Agrostemma Githago (Kornrade), Caucalis daucoides (Haftdolde und andere Umbelliferen), Centaurea Cyanus (Kornblume), Galium tricorne und andere Arten Labkraut, Galeopsisarten (Hohlzahn), Rhinanthus hirsutus (und andere Arten Klappertopf), Melampyrum arvense (Wachtelweizen), Convolvolus arvensis (Ackerwinde), Lithospermum arvense (Steinsame), Lolium temulentum (Taumellolch), Bromus secalinus (Roggentrespe) und zahlreiche andere Gräser. — Neben diesen Körnern fehlen nie im ungereinigten Getreide: Einzelne brandige, einzelne von Aelchen befallene Weizenkörner, selten Mäusekoth, Käferleichen u. s. f. — Abbildungen siehe bei H a r z (Litteratur) und in D a m m e r's Lexikon der Verfälschungen.

1. Nachweis der hygienisch wichtigsten Unkrautsamen.

Kornrade.

§ 330. 1. A g r o s t e m m a G i t h a g o L., K o r n r a d e, R a d e. Die grossen charakteristischen, mit feinen Höckern besetzten, mattschwarzen, stumpfeckigen Samen enthalten neben blendend weissem Stärkemehl das giftige Glycosid Saponin (resp. giftige Stoffe der Saponingruppe).

In grobem Mehl sind die schwarzen warzigen Samenschalenfragmente nach längerem Kochen des Mehls mit fünfprozentiger Salzsäure leicht mikroskopisch zu erkennen. In feinem Mehl muss entweder die sorgfältige mikroskopische Untersuchung die charakter-

istischen sehr grossen (bis 120 μ lang) aus feinsten Theilkörnern bestehenden Stärkekörper nachweisen, oder chemisch das Saponin nachgewiesen werden. Man zieht zu diesem Zweck am besten eine grosse Portion des Mehles mit 70proz. heissem Alkohol aus, dampft auf flott kochendem Wasserbad den Alkohol vollständig ab und mischt den Extrakt mit Wasser. Schon sehr geringe Saponinmengen sind durch den starken Schaum, den das Wasser beim Schütteln giebt zu erkennen. — Aehnliche Stärkekörper besitzen Spergula und andere Ackerunkräuter. Vergl. Franz Beneke (Rep. f. analyt. Chem. Bd. V, N. 13).

Brot aus Weizenmehl mit starkem Zusatz pulverisirter Radensamen fand ich hellgrau mit einem bläulichen Stich, durchaus nicht mit Brot zu verwechseln, das Rhinanthaceensamen enthält; die Färbung war offenbar durch die Schalen bedingt.

2. Wicken. Es finden sich im Getreide zahlreiche Leguminosensamen, am häufigsten Wicken: Vicia sativa, Vicia angustifolia, Ervum tetraspermum, hirsutum etc., einzelne Lathyrusarten. Nach Vogl färbt sich saurer Alkohol (Vogl's Alkohol = 70%iger Alkohol mit 5% Salzsäure) mit Wickensamenfragmenten beim Stehen, rascher beim Erwärmen rosa, purpurroth bis violett. Bohnenmehl wirkt nach Vogl ähnlich. Wicken. Vogl's Alkohol.

Ich konnte mit zerkleinerten weissen Bohnen nur Blassgelbfärbung des sauren Alkohols beobachten; chamoisfarbene Bohnen färbten gelb mit rosa Stich, gesprenkelte und dunkelfarbige Bohnen gaben prachtvolle Roth- bis Violettfärbung. Mit der dunkelfrüchtigen Vicia angustifolia erhielt ich einen schön rosafarbenen, mit der blassfrüchtigen Vicia sativa nur einen blassgelben Auszug mit ganz schwachem Stich in's rothe; prachtvoll roth färbte Ervum hirsutum, sehr schön violett Lathyrus sativus, roth Trifolium repens. — Saurer Alkohol färbt sich auch rosa, wenn die nicht seltene Roggenvarietät mit vielen blaugefärbten Kleberzellen vorliegt. (A. f. Hyg. I u. V.)

3. Rhinanthaceen. Die Samen von Melampyrum arvense L., Rhinanthus major, hirsutus etc. haben mit anderen Samen aus der Familie der Rhinanthaceen die Eigenschaft, ein farbloses, ungiftiges Glycosid Rhinanthin zu enthalten, das durch sauren Alkohol in einen blauen oder blaugrünen Körper Rhinanthocyan und Zucker gespalten wird. (Näheres K. B. Lehmann, Arch. f. Hygiene, V.) Rhinanthaceen.

Die Samen sind grundverschieden, die von Rhinanthus geflügelt und nierenförmig platt, die von Melampyrum weizenähnlich, frisch gelblichweiss; durch Liegen werden sie blauschwarz bis schwarz.

Im Mehl weist man Rhinanthaceen noch leicht bei einem Gehalt von 1—2‰ durch 5 Minuten langes Kochen mit Vogl's Alkohol nach; schon minimale Spuren geben sich durch blaugrüne Färbung zu erkennen. Der Alkoholauszug hat ein mit einer Indigolösung fast identisches scharfes Spektralband zwischen C und D, das auch in konz. Lösungen doch 1/3 des Raumes von C aus frei lässt. Alkalien verfärben durch roth in gelb. Durch Untersuchung des mit Salzsäure gekochten Mehles lassen sich die dunkelgefärbten Gewebsfetzen leicht auf Melampyrum oder Rhinanthus, die sehr verschieden gebaut sind zurückführen. (Abbildungen: Arch. f. Hyg. V.)

Brot das aus Rhinanthaceensamen enthaltendem Mehl gebacken ist (schon von 1—2‰ an) zeigt eine zwischen braunviolett, violett und blauschwarz schwankende Farbe; bald sind es nur einzelne Flecken, bei reichlichem Gehalt kann Weizenbrod ganz blauschwarz werden. Ein Auszug mit saurem Alkohol nimmt jedoch hier oft nur eine sehr blasse Farbe an; leicht führt dagegen die mikroskopische Untersuchung der dunkelsten Gewebspartikel zu einer exakteren Entscheidung der Rhinanthaceengattung.

4. Lolium temulentum, Taumellolch. Ueber den Nachweis dieser Grasart, deren begrannte Früchte im ungereinigten Getreide manchmal nicht selten sind, fehlen neuere Arbeiten. Bei Möller ist der mikroskopische Bau sehr genau beschrieben und abgebildet; die Stärkekörner sind ähnlich denen Lolium.

des Hafers aus zahlreichen Theilkörnchen zusammengesetzt. Saurer Alkohol färbt sich uncharakteristisch schmutzig gelblichgrün.

Andere Unkrautsamen sind theils nicht sicher nachweisbar, theils ist der Nachweis zur Zeit ohne Interesse.

In Wien fand Nevinny 1887 von 713 Mehlproben 15 Prozent verunreinigt, und zwar wurden nachgewiesen:

Wicken 65 Mal,
Raden 10 Mal,
Lolium 12 Mal,
Kombinationen dieser drei Arten 6 Mal,
Wicken und Spuren von Tilletia caries 1 Mal.

Kranke Getreidekörner.

2. Nachweis von kranken Getreidekörnern.

Weizenälchen.

§ 331. 1. Anguillula tritici. Weizenälchen. In feuchten Jahren oft massenhaft in Weizen. Die Körner bleiben klein, kurz, dick, undeutlich 3kantig, schwärzlich. Das Mikroskop enthüllt in den charakteristisch veränderten Körnern nach mehrstündigem Einlegen derselben in Wasser lebhaft bewegliche schlängelnde Würmchen von 0,6—1 mm Länge. Die Krankheit heisst: Gicht oder Radenkrankheit, wegen der entfernten Aehnlichkeit der Getreidekörner mit dem Samen von Agrostemma.

Mutterkorn.

2. Mutterkorn. So nennt man das Dauermycel (Sclerotium) eines Pilzes Claviceps purpurea Tulasne, das sich auf Kosten und an Stelle eines Getreidekorns (Roggen häufig, Gerste seltener, Weizen selten, wilde Gräser: Lolium, Bromus, Molinia etc. nicht selten) entwickelt. Die Sclerotien stellen 1—2—3 cm lange, 2—5 mm dicke, gekrümmte, gefurchte, aussen violettschwarze, innen weisse derbe Körner dar. Heutzutage ist es allerdings eine Seltenheit, in einem Mehle Mutterkorn anzutreffen, da Mutterkorn schon seines Werthes als Droge wegen gut ausgesucht wird.

Nachweis im Mehl: Vorprobe: Ein Reagenzglas wird zur Hälfte mit Mehl und darauf zu $^{1}/_{4}$ mit Natronlauge gefüllt, die Masse mit einem Glasstab gut umgerührt und verstöpselt stehen gelassen. Beim Lüften des Stöpsels nach einiger Zeit ($^{1}/_{2}{}^{h}$) fehlt Häringsgeruch (Trimethylamin) nie, wenn Mutterkorn vorhanden ist, doch kommt er auch sonst, namentlich bei verdorbenem Getreide, vor bei Abwesenheit von Mutterkorn. — Besser ist folgender einfacher Nachweis: Man zieht $^{1}/_{4}$ Reagenzglas voll Mehl zweimal hintereinander mit kochendem absolutem Alkohol aus, und entfernt so kleine Mengen eines gelben Farbstoffes. Jetzt setzt man sauren Alkohol (Seite 373) zu, der schon allmählich in der Kälte, besser beim Erwärmen einen bräunlichrothen Farbstoff

1) Aus dem Mutterkorn entwickelt sich auf feuchter Erde ein gestielter Fruchtträger (Clavicepsform), dessen Sporen auf den jungen Getreidepflanzen auskeimen und in ihnen bis in die Fruchtknoten hineinwachsen; dort werden Conidien auf Trägern abgeschnürt (Honigthau, Sphaceliaform). Endlich kommt es zur Bildung des Dauermycels (Secale cornutum).

aufnimmt, 2% sind noch eben, 5% sehr deutlich zu erkennen. Mit dem Spektroskop betrachtet giebt die rothe Lösung 2 Streifen (I bei D $^{2}/_{3}$ E und II bei E $^{1}/_{3}$ F). Auch im Brot giebt diese Reaktion gute Resultate.

Der beste aber etwas umständliche Nachweis ist der nach E. Hoffmann: 10 g Mehl, 20 cbcm Aether, 10 Tropfen 20proz. Schwefelsäure werden gemischt und bei Zimmertemperatur $^{1}/_{2}$ ^{h} stehen gelassen, dann auf ein Filter gebracht und nach Ablaufen der Flüssigkeit mit Aether nachgewaschen, bis 20 cbcm Filtrat erhalten sind. Zum Filtrat setzt man 10 bis 15 Tropfen einer gesättigten Lösung von Natriumbikarbonat; nach kurzer Zeit setzt sich letztere, schön violett gefärbt, auf den Boden des Gefässes und enthält nun allen Farbstoff. Man giesst den Aether ab, übersättigt die violette Lösung mit verdünnter Schwefelsäure und nimmt nun den Farbstoff mit frischem Aether auf. So soll 0,1 ‰ noch mit Sicherheit erkennbar sein. — Die mikroskopische Prüfung ist viel unsicherer. Man kocht etwas Mehl in verdünnter Salzsäure und fischt die braunroth gefärbten Partikel heraus; zeigen dieselben kleine kubischen Zellen, Füllung mit Oeltropfen, keine Gefässbündel, so ist Mutterkorn wahrscheinlich.

3. Brandpilze. Eine ganze Anzahl von Pilzen aus der Familie der Ustilagineen zerstört die Getreidekörner. Brandpilze.

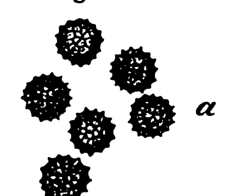






Fig. 104.
Sporen von Ustilagineen nach Möller (Vergröss. 300).
a. Tilletia Caries. b. Tilletia laevis. c. Ustilago Carbo.

Ustilago Carbo Tulasne (Flug oder Staubbrand) auf Hafer, Gerste, Weizen, bisweilen auch auf Wiesengräsern. Die Sporen erfüllen als schwarzes verstäubendes Pulver die Spelzen an Stelle des total zerstörten Korns. Sporen fast regelmässig kugelig, hellbraun, glatt (Fig. 103 *c*).

Ustilago Maydis DC. Verwandelt verschiedene Theile der jugendlichen Maispflanze (Kolben, Stengel, Blätter) in grosse Brandbeulen, die Unmassen von Sporen enthalten. Sporen rundlich oder eiförmig, Oberfläche warzig, braun.

Tilletia Caries und Tilletia laevis. Steinbrand, Stinkbrand des Weizens. Die makroskopisch unter sich sehr ähnlichen Brandpilze erfüllen die Körner mit einem feuchten, schmierigen, schwarzen Pulver.

Mikroskopisch sind die Tilletiasporen grösser als die von Ustilago, bei T. Caries sind dieselben kugelig oder rundlich elliptisch mit netzförmigen Leisten, bei T. laevis unregelmässiger geformt und glatt (Fig. 103 *a* und *b*).

Zahlreiche andere Ustilago und Tilletiaarten, sowie Species aus andern Gattungen der Brandpilze zerstören Roggen, Hirse u. s. w., sind aber bisher nicht allgemein bei uns verbreitet. — Die wichtige Uredinee Puccinia graminis befällt nur Stengel und Blätter, nicht die Körner.

4. Untersuchung von Mehl auf Unverdorbenheit.

§ 332. Frisches gutes Mehl hat einen charakteristischen angenehmen Geruch und milden Geschmack; Zersetzungen des Mehles durch Pilze lassen sich meist schon direkt erkennen: Bitterer, moderiger, scharfer, kratzender Geschmack; dumpfer, moderiger Geruch, zuweilen grauliche Farbe. Unverdorbenheit.

Schon frisches Mehl enthält immer ziemlich reichliche Schimmelsporen und Bakterien, durch Plattenkulturen aus 0,001 — 2 Mehl erhält man leicht einen Einblick in die numerischen Verhältnisse, eingehende Zählungen fehlen noch, vergl. Bernheim (Chem. Ztg. 1889, S. 513).

Nach diesen Untersuchungen enthielt frisch aus den Mahlgängen einer Mühle entnommenes Mehl 35—200 Pilze in 1 mg, darunter viele Schimmelpilze. Gekauftes Polentamehl 4—500, Mondamin ca. 120.

Mehlzersetzung.

Lagert das Mehl, namentlich an einem feuchten Orte, so nimmt der Pilzgehalt rasch zu. Nach Poehl, (Ber. d. d. chem. Gesellschaft 1883 S. 1915) bildet sich Zucker aus der Stärke, weiter bei feuchtem Aufbewahren Milch- und Buttersäure, Pepton und giftige Spaltungsprodukte des letzteren. Zwei- bis dreijähriges Aufbewahren in Säcken giebt zum Entstehen von giftigen Alkaloiden Anlass, die aus dem Mehle durch Aether, aus dem Aetherextrakt durch Wasser extrahirt werden können. (Ballaud. Journ. de Pharmac. et de Chimie 1885.) — Aber auch ohne dass besonders schlechte Verhältnisse bei der Aufbewahrung bestehen oder dass die letztere zu lange dauert, wird das Mehl in den Sommermonaten leicht „warm", der Kleber dadurch „kurz", das Mehl ist jetzt nur noch backfähig, wenn es „umgemahlen" und unzersetztes Mehl zugemischt wird. Jetzt muss es aber rasch verbraucht werden, sonst verändert sich das zugesetzte Mehl in gleichem Sinne.

Nach Aimé Girard (Annal. de Chimie et de Phys. Ser. VI. Bd. III. 289) bedingen namentlich Zersetzungen des Fettes in dem daran reichen Keimling ein Verderben des Mehls; der Keimling müsse deswegen entfernt werden, um das Mehl haltbar zu machen.

Mehl aus gekeimtem Getreide.

Mehl aus gekeimtem Getreide (Weizen oder Roggen) zeigt auffallende, radiäre am Rand beginnende Sprünge, deutliche Schichtung der Stärkekörner, deren Rand häufig wie angenagt erscheint (Fig. 105). Doch wird in neuerer Zeit die Sicherheit dieser Kriterien wieder sehr bezweifelt. Nach Hilger und Günther ist der Säuregehalt des Mehles aus gekeimtem Getreide (Milchsäure) bei Roggenmehl von 0,02—0,04 % auf 0,06—0,11 % erhöht, ähnlichdie Maltose von 0,17—0,32 % auf 0,51—1,1 %.

Milben finden sich nicht selten, dieselben scheinen gelegentlich auf den Menschen überzugehen. (Vergl. C. f. Bakt. I 429 und VI 422.)

B. Untersuchung des Brotes.

Teigbereitung.

§ 333. Zur Brotbereitung macht man erst aus einem Theil des Mehles, dem man Hefe oder Sauerteig beimischt, einen dünnen Vorteig, lässt letzteren bei gelinder Wärme einige Stunden bedeckt stehen und knetet hierauf das übrige Mehl ein. Im fertigen Teig sind etwa 50 bis 60 Theile Wasser[1]) auf 100 Theile Mehl zugesetzt. Die Vorgänge im Teig sind dreifacher Art (vergl. Dünnenberger unter Litteratur):

1. verwandelt das im Korn praeexistirende Cerealin (ein diastatisches, unorganisirtes Ferment) die Stärke theilweise in Dextrin und Maltose,

---

1) Zur Bereitung von Semmeln erhält der Teig oft einen Milch-, häufig auch einen Butterzusatz. Leider werden hierzu vielfach besonders schlechte, halbverdorbene Materialien verwendet, die mindestens unappetitlich sind.

2. bilden die Hefezellen, die entweder in der „Hefe“ oder im „Sauerteig“ zugesetzt wurden, aus der Maltose Kohlensäure und Alkohol,
3. entsteht, wenn Sauerteig verwendet wurde, der neben den Hefezellen noch zahlreiche Spaltpilze enthält, stets etwas Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure.

Die verschiedenen neueren Vorschläge, die Kohlensäure statt durch Gährung durch Umsetzung von Salzen ($HCl + CO_3Na_2$ Liebig), ($PO_4CaH + CO_3NaH$ Hersford), [$C_4H_7O_6K$ (Weinstein) + CO_3NaH-Backpulver] im Teig zu erzeugen oder den Teig mittelst mit Kohlensäure unter Druck gesättigtem Wasser zu bereiten (Dauglish), sind hygienisch unbedenklich, bisher aber nicht recht durchgedrungen.

In dem Backofen, dessen Temperatur 200—270° beträgt, entstehen durch Ausdehnung der Kohlensäure und Verdampfen des Alkohols die Löcher des Brotes, gleichzeitig geht ein weiterer Theil der Stärke in Dextrin über. Das Innere des Brotes erreicht nur Temperaturen von ca. 100°; in der Kruste entstehen durch die hohe Temperatur an der Oberfläche karamelartige wohlschmeckende Substanzen. Backprozess.

100 Kilo Mehl liefern 112—120 Kilo rindenreiches langes, oder 120—135 Kilo rindenarmes rundes Brot. — Deutsches Kommisbrod (Lenz): 50 k Mehl + 450 g Salz liefern 23 Laibe von 3 k. Dasselbe darf nicht enthalten: unter 50 Proz. feste Bestandtheile, nicht über 2 Proz. Asche und 3 Proz. Kleie.

Bei der Untersuchung des Brotes interessiren uns neben den beim Mehl schon besprochenen Punkten noch eine Reihe weiterer Fragen.

Aussehen. Weizenbrot ist hellfarbig, Roggenbrot dunkelfarbig. Vom Weizenmehl werden vorwiegend die kleienarmen Sorten verwendet, die helleres Brot liefern, beim Roggenmehl kommt neben der Beimischung von mehr Kleie die Wirkung der Säure des Teigs auf den Kleber (als dunkelfärbend) in Betracht. Blau oder violett wird Brot durch Rhinanthaceensamen (S. 373), Mehl aus schlecht gereinigtem Getreide wird kaum je ein hellfarbiges Brot liefern. Aussehen.

War das Brot zu kurze Zeit gebacken, der Ofen zu schwach geheizt, der Teig zu wässerig angemacht, hat der Kleber seine Backfähigkeit z. Th. eingebüsst, so entsteht ein wenig poröses, dichtes, wasserreiches, gelegentlich sogenannte Wasserstreifen (Stellen von besonders hohem Wasser- und geringem Luftgehalt) zeigendes Brot. — Ueber Schimmelvegetationen (vergl. S. 383). Wasserstreifen.

Zur Untersuchung des Wassergehaltes hat man ein grösseres Stück Brot herauszuschneiden, an dem das Verhältniss von Krume und Rinde das gleiche ist wie am Brotlaib. Aus runden Broten entnimmt man die Probe durch 2 radiäre Schnitte, aus langen Broten schneidet man quer eine ca. 2 cm dicke Scheibe heraus. Zum Wiegen bedient man sich einer Apothekerwage und wiegt auf etwa 1 cg genau. Vor dem Trocknen bei 100° zerpflückt man das Brot. Wassergehalt.

§ 334. Die Untersuchung auf Asche (zur Mehlasche kommt Chlornatrium) Eiweiss, Fett, Cellulose ist die gewöhnliche. Asche, Eiweiss etc.

In Belgien, Nordfrankreich und England wird nicht selten dem Teig, um ihn rascher aufgehen zu machen und das Gebäck weisser erscheinen zu lassen,

Zusätze von Alaun, Kupfersulfat, Zinksulfat. etwas Kupfervitriol[1]) oder Alaun zugesetzt. 50 mg Kupfervitriol pro Kilo Teig, ebenso 3 g Alaun wirken schon sehr auffallend (Bruylants Rev. internat. des falsif. 1889). Namentlich auch Mehl aus gekeimtem Getreide, durch Lagern in seiner Backfähigkeit beeinträchtigtes Mehl etc. lässt sich, nachdem es diese Zusätze erhalten, verbacken, angeblich weil der zerfliesslich gewordene Kleber wieder gefällt wird. — Früher scheint neben Kupfersulfat auch das hierfür viel weniger wirksame Zinksulfat angewandt worden zu sein.

Alaun. Im Mehl weist man Alaun nach J. Herz nach: 1 Reagenzglas wird zu $^1/_3$ mit Mehl gefüllt, etwas Wasser aus der Spritzflasche zufliessen lassen, durch Klopfen mit der Hand das Mehl durchfeuchtet. Jetzt setzt man einige cbcm Alkohol und einige Tropfen frisch bereitete Kampechetinktur zu (5 g Blauholz mit 100 cbcm 96prozentigen Alkohol stehen lassen, filtriren), schüttelt den dicken Brei, füllt mit gesättigter Kochsalzlösung auf, ohne mehr zu schütteln. 0,05—0,1 Proz. Alaun geben sich durch blaue, 0,01 Proz. noch durch violette Farbe zu erkennen. — Brot taucht man 6 bis 7 Min. in Kampechetinktur und drückt es aus; bei Alaunanwesenheit nimmt es in 2—3^h eine violettrothe, sonst nur eine gelbe Farbe an. Empfindlichkeit wie bei Mehl. Eventuell sind Kontrollversuche mit sicher alaunfreiem Brot und solchem, das man mit schwacher Alaunlösung tränkte, anzustellen.

Kupfersulfat. Kupfersulfat geht aus Mehl in einen Wasserauszug über, Ferrocyankalium färbt denselben rothbraun; Brot betupft man direkt mit dem Reagens und erhält so rothbraune Flecken; von einem Zusatz von 550 mg pro Kilo an ist das Brot schon durch seine grünliche Farbe auffällig. Reines Mehl enthält nach zahlreichen Analysen französischer Forscher im Durchschnitt etwa 8 mg Kupfer in 1 Kilo; dieses aus der Pflanze stammende Kupfer veranlasst aber keine Ferrocyankaliumreaktion.

Zinksulfat. Zinksulfat weist man in der Asche nach (siehe Gebrauchsgegenstände).

Zur quantitativen Bestimmung von Zink und Kupfer verascht man das Brot in einer Porzellanschale, nachdem man es mit konzentrirter Schwefelsäure stark befeuchtet und auf dem Sandbade wieder getrocknet hat. — Die schwierige quantitative Thonerdebestimmung ist am besten dem Chemiker zu überlassen.

Blei. Blei, Zink, sind schon durch Verwendung angestrichenen oder imprägnirten Holzes zum Heitzen des Backofens in's Brot gelangt (z. B. Ducamp, Annal. d'hygiène 1877 Sept.), bisher aber, wie es scheint, noch kein Quecksilber und Arsen. Arsen hat aber schon öfters durch Böswilligkeit oder Verwechslung dem Teig beigemischt, Massenvergiftungen verursacht (Paris, Würzburg, Kaiserslautern etc.).

Säuregehalt. § 335. Zur Bestimmung des Säuregehalts übergiesst man 100 g feinzerpflücktes, rindenfreies Brot in einem geräumigen Becherglase mit ca. 400 cbcm kochenden Wassers, bedeckt mit einer Glasplatte und fügt nach einstündigem Stehen einige Tropfen Phenolphthaleïn und unter gutem Umrühren so lange Normalnatronlauge zu, bis eine schwache Rothfärbung erzielt ist, die einige Minuten bestehen bleibt. Verwendet man Lackmus und Curcumapapier unter Tüpfeln als Indikator, so verbraucht man für Weissbrot nur etwa die Hälfte, bei Schwarzbrot etwa zwei Drittheile der Alkalimenge wie mit Phenolphthaleïn. Untersucht man das Filtrat allein, so findet man etwas niedrigere Werthe als

[1]) Das Beizen des Saatkornes in Kupfer oder arsenhaltigen Flüssigkeiten ist ohne Folgen für die Zusammensetzung des geernteten Getreides.

wie durch direkte Titrirung des Brodbreis. Bei Schwarzbrot titrirt man besser nur einen abgewogenen aliquoten Theil, z. B. 100 g Brotbreis, den man durch Zusatz von Wasser etwas hellfarbiger macht. Ich bin mit eingehenderen Studien über diese Untersuchung beschäftigt, vergl. Beurtheilung Seite 382.

§ 336. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man im Brot meist gequollene, zersprengte, total zu Ballen und Klumpen deformirte Stärkekörner. Um auf Unkrautfragmente etc. zu untersuchen, kann Lösen des Brotes durch längeres Kochen in 5% Salzsäure von Nutzen sein, wobei die Cellulosebestandtheile ungelöst bleiben, ebenso beigemengtes Gewebe von Unkrautsamen, Ustilagineensporen; ein Theil davon sinkt zu Boden, ein Theil, namentlich die leichteren Bestandtheile (z. B. Haare), schwimmt in den auftretenden Fettaugen obenauf. Neuerdings wird die Zerstörung der Stärke mit starker Salzsäure und chlorsaurem Kali empfohlen — namentlich auch zum Zweck der Unterscheidung von Roggen- und Weizenmehl. (Vergl. Soltsien Pharm. Zeitg. 1889 S. 313.) Mikroskop. Untersuchg. des Brotes.

Die Untersuchung von Schimmelpilzen im Brot ist ebenfalls mikroskopisch zu führen — sie ist leider aber noch wenig vom Standpunkte der Hygiene aus gefördert. Untersuchungen von Brot nach der Plattenmethode fehlen noch, wären aber wohl leicht mit dem fein zerriebenen Materiale anzustellen. Bacillus mesentericus vulgatus (Seite 89) ist neuestens von Kratschmer und Niembwicz als Ursache einer schleimigen Zersetzung des Brotes gefunden (C. f. B. VI. 501). Mikroorgan. im Brot.

C. Beurtheilung von Mehl.

§ 337. 1. Wassergehalt. Mehl enthält meist 12—14, seltener nur 10 bis 12% Wasser; ein Wassergehalt über 18% ist als zu gross zu bezeichnen. Solches Mehl hat nicht nur einen verminderten Nährwerth, sondern es ist auch häufig verdorben, da die Feuchtigkeit die Zersetzungsprozesse sehr begünstigt. Ist irgend eine verdächtige Eigenschaft: moderiger Geruch, kratzender Geschmack, abnorm hohe Pilzzahl, mikroskopisch reichlicher Gehalt an Schimmelpilzen etc., nachgewiesen, so ist das Mehl als dringend einer Gesundheitsschädlichkeit verdächtig zu bezeichnen, was durch Seite 383 motivirt ist. Ein sicheres Kriterium für die Gesundheitsschädlichkeit eines verderbenden Mehls fehlt leider zur Zeit; es wird noch immer, namentlich in den Sommermonaten, ziemlich viel „warm" gewordenes Mehl verbacken. Sicher ist die verheerende Pellagra Oberitaliens auf verdorbenen Mais zurückzuführen. (Vergl. auch Mutterkorn.) Wassergehalt. Verdorbenheit.

Die Aufbewahrung der Mehle ist vielfach noch sehr irrationell; das Lagern in Säcken soll ganz unzweckmässig sein, empfohlen wird entweder das Aufbewahren auf offenen luftigen Lagerböden unter häufigem Umschaufeln oder das Einlöthen des bei 100° getrockneten Mehles in Metallgefässe.

§ 338. 2. Beimischung kranker Getreidekörner. Mutterkorn enthält nach Kobert neben der lähmenden Ergotinsäure, namentlich die Gangrän erzeugende Sphacelinsäure und neben zahlreichen, ungiftigen Alkaloiden das sehr giftige Cornutin, welches ausser Erscheinungen heftiger Magendarmreizung, Muskelkrämpfe und Abortus hervorbringt. Mutterkorn.

Durch Mutterkornhaltiges Brot kommt es meist zu chronischen Vergiftungen; schon nach 5tägigem, aber auch erst nach 5wöchentlichem Brotgenuss, hat man Vergiftungs-Symptome beobachtet. Ueber die Erscheinungen der bald als Ergotismus gangränosus, bald als Erg. convulsivus auftretenden Erkrankungen vergl. die medizinische Litteratur; noch bis in die neueste Zeit kamen selbst bei uns Epidemien vor (z. B. Hessen 1879—80). 1 ‰ Mutterkorngehalt des Brotes soll zu chronischen Intoxikationen genügen (jedenfalls $^1/_4$—1%); einmalige Dosis von 4 g kann schwere Vergiftungen verursachen. Kinder sind besonders empfindlich. — (Vergl. Kobert Arch. f. exp. Pathol. 1884 und Krysinski Pathol. und krit. Beiträge zur Mutterkornfrage. Jena Fischer 1888.)

Eine merkwürdige und wohl noch zu wenig gewürdigte Thatsache ist, dass frisches Mutterkorn in manchen Gegenden von den Kindern auf den Feldern als Naschwerk in nicht unbedeutenden Mengen — angeblich ohne jede schlechte Folgen — gegessen wird, 2 Personen versicherten mich, dies sehr oft gethan zu haben. Pöhl spricht direkt die Ansicht aus, dass die Mutterkornwirkung auf Ptomaïne zurückzuführen sei, die sich in feuchtem mutterkornhaltigem Mehl bilden.

Ustilagineensporen.

Ustilagineensporen dürfen nur vereinzelt vorkommen, sonst ist bei der Gefahr, dass unsere einheimischen Ustilagineen wie Ustilago maydis wirken, eine Vergiftung denkbar. Ueber letzteren existiren allerdings neben zahlreichen amerikanischen positiven Angaben (z. B. Rademaker u. Fischer Pharmac. Journal 20 Jahrg. 1887), über eine Uteruskontrahirende Wirkung auch Thierversuche an Wiederkäuern (Brefeld) ohne jedes Resultat. Auch Kobert gelang es nicht, eine toxische Substanz aus Ustilago maydis zu isolieren.

Dagegen liegen namentlich über Tilletia caries eine Reihe von Erfahrungen in der Thiermedizin vor, dass Thiere schwer erkrankten oder starben nach dem Genusse stark sporenhaltigen Mehles. (Litteratur siehe bei Friedberger und Fröhner. Spez. Pathol. u. Therap. der Thierkrankheiten 2. Aufl. Bd. I. S. 219.) Es liegt nahe, eine Bildung von Ptomaïnen durch diese Pilze anzunehmen. Jedenfalls empfiehlt es sich, bis auf Weiteres Mehl mit reichlichem Ustilagineengehalt ohne Unterschied der Species für gesundheitsschädlich zu erklären. — Auch die Uredineen auf den Stengeln und Blättern sollen häufig schädlich gewirkt haben (Litteratur ebenfalls l. c.).

Unkrautsamen.

§ 339. 3. Unkrautsamen. Jeder Nachweis von Unkrautsamen in einem Mehl oder Brot in einigermassen reichlicher Menge lässt dasselbe als hygienisch bedenklich erscheinen. Ist ein giftiges Unkraut nachgewiesen, so versteht sich dieses Urtheil von selbst, aber selbst der Nachweis ungiftiger Unkräuter genügt hierzu, da derselbe eine schlechte Reinigung des Mehles darthut und die Möglichkeit der Anwesenheit giftiger, bisher schwer oder noch nicht sicher nachweisbarer giftiger Unkräuter verräth.

Raden.

Von Radensamen genügen beim Menschen schon 4—5 g zu Brot verbacken, um leichtere Reizerscheinungen der Schleimhäute (Rachen, Bronchien, Magen) hervorzubringen. (K. B. Lehmann und Mori, Arch. f. Hyg. IX.). Kälber werden durch ca. 250 g getödtet; alle Hausthiere leiden von dem Genusse, nur Schafe und Kaninchen nicht. Weiteres über die Toxikologie der Saponingruppe siehe Arbeiten des pharmak. Instituts in Dorpat. Heft 1, herausgegeben von Kobert.

Lolium.

Ueber Lolium temulentum sind neuere Angaben spärlich, auch die alten lauten theilweise widersprechend, namentlich sollen Hühner dasselbe meist gut vertragen. O. Becker (Arch. f. Pharmacie 1872. S. 178) beobachtete nach Genuss eines 17% Lolium enthaltenden Brotes Zittern, Schwindel, Schweissausbruch bei mehreren Personen, Gampf

(Jahresbericht für Pharm. 1878. S. 636) sogar einen Todesfall, dagegen will Wilson grössere Mengen von Taumellolchsamen zu Brot verbacken, ohne Schaden verzehrt haben. Wittstein versuchte ohne Erfolg die Isolirung eines giftigen Prinzips.

Lathyrus. Lathyrus Cicera, L. Clymenum und L. sativus haben im Süden häufig sehr schwere Erkrankungen des Rückenmarks (spastische Spinalparalyse) durch Beimischung zum Brot verursacht. (Litteratur: Schuchardt, Deut. Arch. für klin. Med. Bd. 40. 1887.)

Wicken. Wicken (Vicia) scheinen nicht giftig; Thiere vertragen sie wenigstens ausgezeichnet, Versuche am Menschen sind mir unbekannt. Unter den sonstigen unter dem Getreide vorkommenden Leguminosen können leicht noch giftige sein, z. B. wirkt Ervum Ervilia in Griechenland giftig auf Schweine.

Rhinanthus. Rhinanthussamen habe ich selbst in reichlichen Quantitäten zu Brot verbacken (zweimal 10 g, einmal 35 g), ohne jeden Schaden gegessen, auch für Thiere scheinen sie unschädlich; ebenso wirkungslos waren jüngst je 15 g Samen von Melampyrum arvense und sylvaticum, die ich auch zu Brot verbacken allerdings nur einmal genoss. Der „Melampyrisme" der Franzosen hat höchst wahrscheinlich seine Ursache in einem anderen Unkraut. Andere Unkräuter. Delphinium consolida, Adonis, eventuell auch Ranunculussamen könnten ebenfalls giftig wirken, da sie notorisch Gifte enthalten, doch sind sie bisher nie als Vergiftungsursache erkannt. Zahlreiche Ackerunkräuter sind noch ununtersucht.

Asche. § 340. 4. Mineralbestandtheile resp. Zusätze. Sowie ein Roggenmehl über 2,5, ein Weizenmehl über 2,0% Asche liefert, ist es nicht kunstgerecht (schlecht geputzt, mit schlechten Mühlsteinen gemahlen) oder betrügerisch zubereitet, mehr als 0,2% „Sand" sind unzulässig. Eine Gefahr wird durch Calciumsulfat, Calcium- oder Magnesiumkarbonat nicht bedingt, wohl aber durch relativ kleine Mengen von im Magensaft löslichen Barytsalzen, z. B. Baryumkarbonat (vergl. Gerbrauchsgegenstände). Baryumkarbonat u. Baryumsulfat. Während ein Baryumkarbonatzusatz das Mehl sofort gesundheitsschädlich macht, ist das unlösliche Baryumsulfat unschädlich (Orfila). Ueber einen Fall von tödtlicher Vergiftung durch 2,74% Baryumkarbonat enthaltende Torte vergl. Viertelj. f. ger. Med. Bd. 28 1878. Ueber Bleigehalt vergl. Gebrauchsgegenstände.

Zinksulfat, Kupfersulfat. Zusatz von Kupfersulfat oder Zinksulfat zum Brot ist vom hygienischen Standpunkt aus zu beanstanden. Ueber die viel diskutirte Gesundheitsschädlichkeit kleiner Mengen dieser Substanzen vergl. Gebrauchsgegenstände —, jedenfalls gehören sie nicht in's Brot und in Deutschland wenigstens liegt durchaus kein Grund vor, diese Substanzen zu dulden, die eine Verwendung minderwerthigen, hygienisch verdächtigen Mehles und eine Erhöhung des Wassergehalts des Brotes (ebenso wie Alaun) um 6—7% gestatten. Ausserdem wird mit dem Zusatz dieser Substanzen, wo er üblich ist, oft so lüderlich verfahren, dass keine Garantie besteht, dass nicht auch einmal toxikologisch bedenkliche Dosen in's Brot gelangen.

Es sind z. B. schon 0,53 g Kupfersulfat, 0,35 g Zinksulfat pro Kilo Brot gefunden. Vergl. Eulenberg u. Vohl (Vierteljahrschrift f. gericht. Med. 1870. S. 322) und Kuhlmann (Dingler's polytech. Journal. Bd. 39. S. 439).

Kleine Alaunbeimengungen dürften an sich hygienisch unwichtig sein, ihr Zusatz ist aber aus dem gleichen Grunde wie der vom Kupfer zu beanstanden. In Antwerpen fand man noch kürzlich in Mehl bis 1,12% Alaun; der Arbeiter, der den Zusatz besorgte, gab zu, stets nach dem Augenmaass verfahren zu sein. Zwei holländische Professoren erklärten 2—5‰ Alaun im Brot nicht für gesundheitsschädlich — auch hier sind Versuche zu einem sicheren Urtheil nothwendig; im Allgemeinen gilt Mehl mit reichlichem Alaunzusatz als Erreger von Verdauungsstörungen und Verstopfung.

D. Beurtheilung von Brot.

§ 341. Bei der speziellen Beurtheilung von Brot kommen ausser den unter Mehl besprochenen Punkten noch folgende in Betracht:

Wassergehalt.

1. Der Wassergehalt soll bei Brot keinenfalls 40—45% übersteigen, im übrigen schwankt der Wassergehalt sehr — derselbe ist für die Beurtheilung des Nährwerthes und der Preiswürdigkeit sehr wesentlich. Nach König enthält im frischen Zustand durchschnittlich:

Semmel	28,6 %	Roggenbrot	42,6 %
feines Weizenbrot	35,6 %	Kommisbrot	36,7 %
gröberes "	40,5 %	Pumpernikel	43,4 % Wasser.

Nach Fehling: Weissbrot 45% und Schwarzbrot 48%.

Veränderung beim Aufbewahren.

Frisches, noch heisses Brot gilt allgemein für unzuträglich, da es sich beim Kauen zu Klumpen ballt, die dem Magensaft schwer zugänglich sind; vor Ablauf von 24^h sollte in der Regel frischgebackenes Brot nicht gegessen werden. Beim Aufbewahren verliert Kommisbrot etwa 1% seines Gewichtes täglich an Wasser, die Soldaten erhalten es meist erst 8 Tage alt.

Das Brot wird nach einiger Zeit weniger durch Wasserverlust, als durch Uebergang des Wassers von der Stärke an den Kleber „altbacken". Die Rinde wird weicher, die Krume trocken; durch Erhitzen (auf etwa 80° im Inneren) kann man das Wasser (eine Art Hydratwasser) wieder aus dem Kleber an die Stärke treten lassen. So erklärt sich die paradoxe Thatsache, dass trockenes Brot durch kurzes Erhitzen wieder frisch wird. Betrug der Wassergehalt unter 30%, war also das Brot schon mehrere Tage alt, so ist ein schwaches Befeuchten der Oberfläche vorher nothwendig. — Gerste-, Hafer-, Maiszusatz lässt das Brot rasch trocken erscheinen; Kartoffelmehlzusatz liefert feuchtes Brot; Kleiezusatz soll auch die betrügerische Herstellung wässerigen Brotes erleichtern. Künstlich aufgefrischtes Brot kann, wenn es sonst unverdorben ist, nicht als gesundheitsschädlich betrachtet werden; auch eine Minderwerthigkeit lässt sich vom hygienischen Standpunkte kaum behaupten.

Ausgebackensein.

2. Ausgebackensein. Schlecht aufgegangenes, wässeriges, schlecht ausgebackenes Brot ist schwer verdaulich, für Menschen mit zarten Verdauungsorganen direkt gesundheitsschädlich. Schimmelpilzwucherungen finden in solchem Brot besonders reichlich statt; bei schlechtem Backen können widerstandsfähige Sporen überleben und der Wassergehalt befördert das Wachsthum — ebenso in feucht aufbewahrtem guten Brote. Brot aus feucht gewesenem Mehl mit verändertem Kleber liefert klebriges, schlecht aufgehendes, feuchtes Brot.

Säuregehalt.

3. Säuregehalt. Die Säure des Schwarzbrotes ist nach F. Keller Essigsäure; Milchsäure fand er nicht.

Beim Titriren des Brotbreis nach Seite 378 fand ich für 100 g käuflichen, wasserhaltigen (30—40%) Brotes folgenden Verbrauch von Normalalkali in cbcm:

Semmel: 2,0; 3,5; 3,9; 4,9; 5,5; 5,5. Gewöhnliches Würzburger Schwarzbrot (Graubrot): 4,6; 4,7; 6,4; 8,16; 8,4. Kommisbrot: 11,8; 15,5, Sökelund's Pumpernickel: 23,6; 24,0. Indikator stets Phenolphthaleïn.

Nach diesen vorläufigen, auffallend schwankenden Werthen muss etwa Brot mit einem Verbrauch bis 4—5 cbcm Normalkali für 100 g als nicht merklich

sauer, von 5—10 cbcm als schwach sauer, von 10—15 cbcm als stark sauer, und über 15 cbcm als sehr stark sauer bezeichnet werden. — Weitere Untersuchungen über diese Frage werden demnächst im Arch. f. Hygiene publizirt werden.

4. Brot aus verdorbenem, mit organischen oder anorganischen Bestandtheilen verunreinigtem Mehl ist wie dieses zu beurtheilen.

5. Verschimmeltes Brot hat schon oft gesundheitsschädlich gewirkt, ist stets ekelhaft, übelschmeckend. Bis etwa nachgewiesen ist, dass gewisse Schimmelsorten das Brot unschädlich lassen, ist dasselbe stets als gesundheitsgefährlich zu betrachten. Verschimmeltes Brot.

Am berühmtesten und öftesten beschrieben ist ein rothgelber Schimmelpilz Thamnidium aurantiacum (= Oidium aurantiacum), der in Frankreich oft epidemisch auftrat. Die Forscher konnten sich aber nicht einmal einigen, ob die Pilze schon im Mehl (resp. Korn) vorhanden waren (Payen behauptet die Sporen vertrügen 120°), oder ob sie erst das Brot infizirten. Der Genuss des Brotes, das bitter schmeckte, widerlich roch, machte heftigen Durst und die damit ernährten Gefangenen kamen herunter; es scheinen also die Stoffwechselprodukte des Pilzes schädlich zu sein. Fütterung mit dem Pilz bei Thieren war unwirksam (Rochard). Decaisne will aber auch Katzen und Kaninchen durch Pilzfütterung krank gemacht haben. — 1871 war das Pariser Brot vielfach direkt ungeniessbar wegen des rothgelben Schimmels.

Ausser und neben dem orangerothen Schimmel sind schon Mucor, Rhizopus, Aspergillus, Penicilliumarten häufig auf und in Brot beobachtet worden. Magendarmkatarrhe sind nicht selten der Erfolg des Genusses solchen Brotes; schwerere Erkrankungen scheinen selten zu sein, z. B. Robertson (Lancet, 10. September 1887) Erkrankung einer ganzen Familie nach Genuss stark verschimmelten Brotes; schwere Erkrankung von 3 Personen, Tod eines 5jährigen Mädchens durch verschimmeltes Schwarzbrot berichtet Jahresb. für Pharmakol. etc. 1866, S. 428. Brugnatelli und Zenoni wollen aus verschimmeltem Maisbrote Alkaloide gewonnen haben. — Litteratur über Schimmelvergiftungen und Abbildungen der verschiedenen Schimmel bei Rochard (Annal. d'hygiène 2. Serie. Bd. 40. S. 40).

Bacillus prodigiosus macht das Brot und andere stärkehaltige Substanzen höchst ekelhaft rothfleckig, scheint aber keine giftigen Stoffwechselprodukte zu bilden. Ob Bac. mesentericus vulgatus (Seite 89) das Brot gesundheitsschädlich macht, ist nicht angegeben, jedenfalls macht er es ekelhaft.

§ 342. Bei der Frage, welches Brot sich zur Ernährung am meisten empfiehlt, ist Folgendes zu bedenken: Orientirung über die Wahl der geeignetesten Brotsorte.

1. Handelt es sich darum, dem guten Magen ein möglichst nahrhaftes Brot um wenig Geld darzubieten, so ist ein mässig kleiehaltiges Roggenbrot (etwa 20 Proz. sind als Kleie abzuscheiden), das bis auf 10% der Trockensubstanz ausgenutzt wird, weitaus das praktischste, wenn auch 22% des Stickstoffs im Darm verloren gehen. Die mässige Säuerung (die im Darm steigt) und der mässige Kleiengehalt wirken beschleunigend auf die Darmperistaltik, daher der etwas hohe Verlust an Trockensubstanz; der Stickstoff der Kleie wird nur zu $^2/_3$ ausgenützt, daher der relativ hohe Eiweissverlust durch den Koth. Ein solches Brot ist aber billig, dabei wohlschmeckend und auch in grossen Mengen bekömmlich.

2. Bei besonders gut entwickelten resp. daran gewöhnten Verdauungsorganen wird auch das schwere, oft stark sauere Schrotbrot aus ganzem Korn vertragen. In diesem Falle stellt dasselbe bei seiner grossen Billigkeit, trotz

schlechter Ausnützung (Verlust an Trockensubstanz 19%, an Stickstoff 42%, an Kohlehydraten 10%) infolge seiner hohen Säure und Kleiegehalts, ein gutes Nahrungsmittel dar.

Nach Uffelmann wäre dies faktisch die billigste Art der Ernährung mit Brot, während G. Meyer eine so schlechte Ausnützung findet, dass nach seinen Versuchen die Ernährung mit dem theureren Roggenfeinbrot (resp. Mittelfeinbrot) billiger wäre. Auch Rubner findet es volkswirthschaftlich richtiger, einen Theil der Kleie abzuscheiden und als Thierfutter zu verwenden.

3. Soll dagegen eine den Magen möglichst wenig beschwerende, möglichst wenig voluminiöse Brotnahrung gewählt werden, so eignet sich dazu feines Weissbrot, speziell Semmel, von denen nur 5% der Trockensubstanz, 20% des Stickstoffs und 1% der Kohlehydrate im Koth wiedererscheinen. Trotz der guten Ausnützung kommt durch den hohen Preis das Kilo resorbirtes Eiweiss und Kohlehydrate in der Form von feinem Weissbrot natürlich theuerer zu stehen, als in anderen Brotsorten.

Anhang I. Mehlpräparate, Suppeneinlagen, Maccaroni, Leguminosen und Leguminosenmehle.

Mehlpräparate.

§ 343. Alle diese zahlreichen Präparate werden nach den gleichen Gesichtspunkten untersucht und begutachtet, wie Mehl im engeren Sinne. Einige Analysen bringt Tabelle IX. — „Panirmehl" wird aus den schwach gerösteten Brotabfällen der Wirthshäuser etc., durch Vermahlen hergestellt — ist also ein Präparat von zweifelhafter Appetitlichkeit und meist noch gefärbt.

Bei Leguminosenpräparaten ist der Grad der Zermahlung wichtig; die mikroskopische Untersuchung zeigt leicht, in wie weit die einzelnen Zellen unversehrt oder zerbrochen sind. Die feinsten Produkte dieser Art enthalten kaum unzerbrochene Zellen. — Ueber Dextrinirung der Stärke vergl. S. 265.

Auffallende Gelbfärbungen von Nudeln, die den Zweck haben, die Verwendung von Eiern vorzutäuschen, sind nach Abschnitt Gebrauchsgegenstände zu untersuchen und zu beurtheilen.

Anhang II. Die wichtigsten Stärkearten.

Stärke.

§ 344. Die Stärke wird fabrikmässig durch Schlämmen der zerkleinerten Ausgangsmaterialien mit Wasser gewonnen. Stärke soll aschearm, ohne Sandbeimischung, rein weiss, trocken, frei von Schimmelsporen, von reinem Geruch und Geschmack sein. Ueber die Zusammensetzung siehe Tab. IX.

Bei der grossen Verwendung, die die Stärke (des Weizens, der Kartoffel, des Maises, des Reises und einiger exotischer Pflanzen) als Nahrungsmittel findet, soll hier in einer Tabelle eine Uebersicht über die wichtigsten Arten gegeben werden. Die Differentialdiagnose beruht auf den mikroskopischen Merk-

malen und ist ohne hygienische Bedeutung, da alle Stärkesorten wohl gleiche chemische Zusammensetzung besitzen und gleich ausnützbar und bekömmlich sind. Ohne hygienischen Grund werden ausländische Sorten höher im Handel und namentlich bei der Kinderernährung geschätzt. — Von einheimischen Stärkesorten kommt namentlich Kartoffelstärke (vielfach unter dem Namen Kartoffelmehl, gequollen und geformt als deutscher Sago) und Weizenstärke (unter allen möglichen Bezeichnungen auch als Poudre) in den Handel; Maisstärke geht als Maizena, Mondamin etc. Reisstärke ist die theuerste. Ueber die Abstammung der wichtigeren ausländischen Sorten und ihre Namen genüge folgende Uebersicht (nach Möller):

Ausländische Stärkesorten und ihre Stammpflanzen.

Aus Knollen	Westindisches oder Jamaika-Arrowroot, gelegentlich auch afrikanisches, ostindisches oder brasilianisches Arrowroot	**Maranta arundinacea** u. einige andere **Cannaceen.**
	Ostindisches Arrowroot, Tickmehl	**Curcuma angustifolia** u. a.
	Queensland- u. Ostindisches Arrowroot	**Canna indica, edulis** u. a.
	Brasilianisches Arrowroot, Kassawemehl. Aechte Tapioca	**Manihot utilissima.**
	Brasilianisches Arrowroot, Batatenstärke	**Batatas edulis.**
	Guyana Arrowroot	**Dioscorea sativa** u. a.
Aus Früchten und Samen	Guyana Arrowroot, Bananenstärke, Pisangstärke	**Musa paradisiaca.**
Aus Stämmen	Aechter Sago . . .	**Sagus species, Arenga Borassus, Cycas, Zamia** etc.

Tabelle zur Bestimmung der wichtigsten Stärkearten

(z. Th. nach Möller).

Bestimmung der wichtigsten Stärkesorten.

§ 345. I. Alle oder doch fast alle Stärkekörner einfach, nicht zusammengesetzt

a) Körner rundlich, knollig oder linsenförmig, Schichtung höchstens am Rande vorhanden.

1. Neben grossen rundlichen Körnern, deren Schichtung höchstens angedeutet ist, sind kleine kugelige oder kantige Bruchkörner vorhanden, kaum Zwischenformen zwischen beiden Arten. **Weizen, Roggen, Gerste.**

Diese Stärkesorten sind ohne die Berücksichtigung der Form etwaiger beigemischter Fruchthüllenbestandtheile nicht sicher zu unterscheiden. In Betracht käme

1. Für Weizen: Kernspalten in den grossen Körnern nicht sehr häufig. Die Mehrzahl der grossen Körner ist rundlich und hat 20—30 μ Durchmesser, die grössten 50 μ. **Weizen.**
2. Für Roggen: In den grossen Körnern sind kreuzweise Kernspalten sehr häufig. Neben den rundlichen grossen Körnern finden sich buckelige Formen. Die Mehrzahl der grossen Körner hat 30—35 μ, die grössten 50 μ Durchmesser. **Roggen.**
3. Für Gerste: Sehr ähnlich der Weizenstärke, doch sind bohnenförmige und unregelmässig knollige Formen etwas häufiger. Die grossen Körner haben meist 20—30, nicht über 35 μ im Durchmesser. **Gerste.**

b) Die Körner sind durchweg mit undeutlich krystallinischen Flächen versehen, scharfkantig, mit Kernspalt ohne Schichtung. (Die eckigen Körner sind eigentlich Theilkörner grösserer Aggregate.) Durchmesser ca. 20 μ. **Mais.**

c) Körner einfach, rundlich-eiförmig, mit ausgesprochener Schichtung.

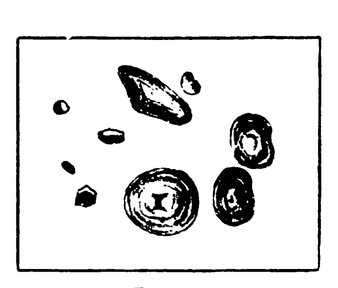


Fig. 105.
Weizen.

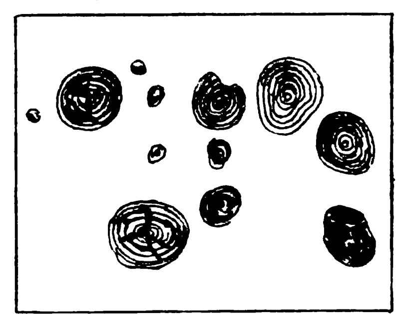


Fig. 106.
Weizen (aus gekeimten Körnern).

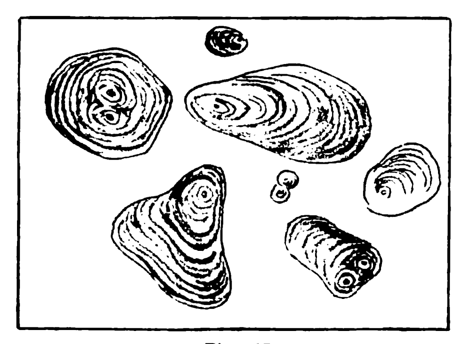


Fig. 107.
Kartoffel.

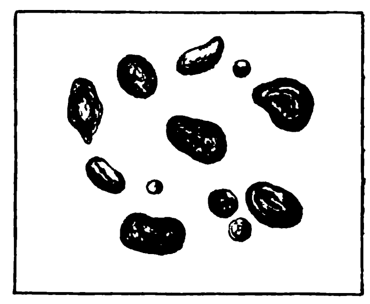


Fig. 108.
Linse.

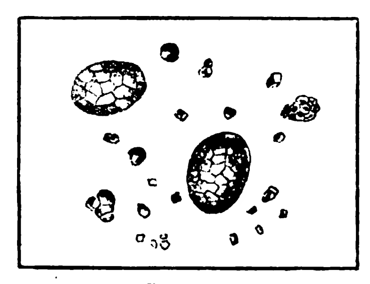


Fig. 109.
Reis.

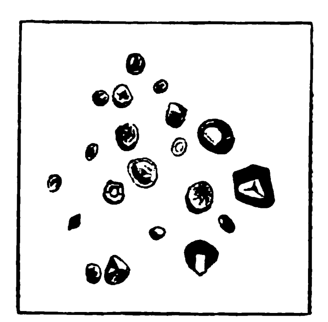


Fig. 110.
Mais.

Fig. 105–110.
Stärkekörner nach Möller (Vergröss. 300).

1. Viele Körner über 50 μ im Durchmesser.

   α) Die meisten Körner ei-, muschel- oder beilförmig, vereinzelt unecht zusammengesetzte Körner. Kern vorwiegend am spitzen Ende. **Kartoffel.**

β) Zahlreiche Körner über 100 μ, schildförmig, Kern am breiten Ende, das theils ausgerandet, theils zu einem Spitzchen ausgezogen ist. Keine zusammengesetzten Körner. **Canna.**

2. Keine Körner über 50 μ.

α) Körner flach, in der Seitenansicht stäbchenförmig.

1. Körner am verschmälerten Ende in eine kurze Spitze ausgezogen. Daselbst der Kern. **Curcuma.**
2. Körner keilig am breiten Ende zugeschärft, sonst ähnlich. **Dioscorea.**
3. Sehr ähnlich, aber mehr wurstförmig. **Banane.**

β) Körner nicht flach, knollig rundlich.

1. Die grossen Körner sind vorwiegend bohnen- oder nierenförmig, am Rande deutlich geschichtet und zeigen einen in der Längsachse verlaufenden Kernspalt mit zahlreichen Querspalten. Die kleinen Körner sind rundlich oder länglich (Bohnen, Linsen, Erbsen, Wicken). **Leguminosen.**
2. Aehnlich ist Stärke aus ausgewachsenem Weizen oder Roggen, doch ist hier neben der Schichtung das Ausgefressensein des Randes und das Auftreten radiärer Spalten auffällig. **Weizen und Roggen** (aus ausgewachsenem Getreide).
3. Körner von ziemlich unregelmässiger Form und sehr deutlicher Schichtung um einen am stumpfen Ende oder central gelegenen Kern. **Maranta.**

II. Körner vorwiegend zusammengesetzt oder doch vielflächig, d. h. an dem rundlichen Korn sind scharfe, gradlinig begrenzte Flächen zu sehen.

a) Körner aus zahlreichen (bis 100 und mehr) kleinen eckigen Theilkörnern zusammengesetzt. Die Aggregate bis 60 μ gross, die Theilkörner 6—8, höchstens 10 μ.

1. Es finden sich nur die beschriebenen Formen mit scharfkantigen Theilkörnchen. **Reis.**
2. Es finden sich daneben kleine rundliche und spindelförmige Körnchen. **Hafer.**

b) Theilkörner rundlich polygonal, zu kleinen Aggregaten vereinigt. **Buchweizen.**

c) Zusammengesetzte Körner sehr spärlich; die Theilkörner meist isolirt, eckig gross (bis 35 μ). Meist deutlicher Kern und Kernspalt. **Mais.**

d) Stärkekörner nur aus 2—4 Theilstücken zusammengesetzt, die theilweise (oft grossentheils) zerbrochen sind.

1. An ein grosses rundliches Hauptkorn (30—80 μ) sind einige wenige kleine Schaltkörner mit ebenen Flächen angefügt oder letztere abgefallen. Schichtung deutlich um einen excentrischen, oft gespaltenen Kern. **Sago.**
2. Die Theile eines zusammengesetzten Kornes fast gleichgross, Zwillinge am häufigsten.

α) Viele Bruchkörner paukenförmig selten über 20 μ gross, centrale Kernhöhle, Schichtung undeutlich. **Manihot.**

β) Bruchkörner zuckerhutförmig bis 50 μ gross, Schichtung um einen excentrischen Kern. **Batatas.**

Der Umstand, dass manche Stärke, um reiner weiss zu erscheinen, einen schwach blaufärbenden Zusatz erhalten hat, ist hygienisch belanglos, da die verwendeten Stoffe Ultramarin, Berlinerblau, Smalte wenigstens in den praktisch wichtigen Dosen gänzlich unschädlich sind. Gebläute Stärke.

Anhang III. Einige Winke über Kindermehle.

§ 346. Die zahllosen Präparate für die künstliche Kinderernährung lassen sich eintheilen 1. in fein gemahlene Mehl- oder Leguminosenpräparate, 2. in solche Kindermehl.

25*

Präparate, in denen die Stärke theilweise dextrinirt ist, 3. in mehr oder weniger dextrinirte Präparate, die einen Zusatz von kondensirter — oft stark gezuckerter Milch erhalten haben.

Die Untersuchung verfährt nach den bei Mehl und Milch angegebenen Methoden; als besonders wichtig ist die Bestimmung der nebeneinander vorhandenen Kohlehydrate anzusehen. Vergl. S. 266. Näheres bei König (Chemie der mensch. Nahrungs- und Genussmittel) sowohl über die Zusammensetzung als über die Untersuchung.

Die physiologische Beurtheilung fällt ausserhalb des Rahmens dieses Buches, vergl. darüber Munk und Uffelmann, Ernährung des gesund. und krank. Menschen. Wien und Leipzig 1887. Im übrigen haben Kindermehle in Beziehung auf Unverdorbenheit u. s. f. den prinzipiellen Anforderungen an Milch und Mehl strengstens zu genügen.

Litteratur.

König, Artikel „Mehle“ in Dammer's Lexikon der Verfälschungen. Viele Abbildungen.

v. Höhnel, Stärke und Mahlprodukte, Cassel 1882. Viele Abbildungen.

Harz, Landwirthschaftliche Samenkunde. Viele Abbildungen, Berlin 1885, grosses Werk, auch die makroskopische Beschaffenheit der Samen der Nutzpflanzen und Unkräuter eingehend berücksichtigend.

Vogl, A. E., Die gegenwärtig am häufigsten vorkommenden Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles und deren Nachweisung. 11 Abbildungen, 2. Auflage. Wien 1886.

v. Bibra, Die Getreidearten und das Brot. Nürnberg 1860. Viel eigene Forschungen; historische, chemische, landwirthschaftliche Angaben. Nichts Medizinisches, nichts über Verfälschungen.

Wittmack, L., Anleitung zur Erkennung organischer und anorganischer Beimengungen im Roggen- und Weizenmehle. Leipzig.

Wittmack, Artikel „Brot“ in Dammer's Lexikon der Verfälschungen.

Birnbaum, K., Das Brotbacken. Braunschweig 1878. Behandelt Zusammensetzung der Getreide, Mehl- und Brotfabrikation.

Dünnenberger, Bakteriologisch-chemische Untersuchung über die beim Aufgehen des Brotteiges wirkenden Ursachen. Dissertation. Zürich 1888. Sehr viel Litteratur. Sorgfältige eigene Studien.

Peters, W. L., Die Organismen des Sauerteiges und ihre Bedeutung für die Brotgährung (Centralbl. f. Bakt. VI 1889). Genaue Beschreibung zahlreicher Hefe- und Spaltpilzformen.

Ueber die Ausnützung des Brotes und die Wahl der zweckmässigsten Brotsorte vergleiche namentlich

Meyer, Gustav, Ernährungsversuche mit Brot am Hund und am Menschen. Zeitsch. f. Biologie 1871. Bd. VII.

Rubner, Ueber den Werth der Weizenkleie für die Ernährung des Menschen. Zeitsch. f. Biol. 1883. Bd. XIX.

Uffelmann, J., Das Brot und dessen diätetischer Werth. Berlin 1884. Virchow's u. Holzendorff's Sammlung gemeinverständlicher Vorträge. No. 446.

X. Abschnitt.

Gemüse, Kartoffeln, Obst und ihre Konserven.

1. Kartoffeln.

§ 347. Gesunde reife, d. h. völlig ausgewachsene Kartoffeln sind eines der wichtigsten Volksnahrungsmittel. Kartoffeln.

Eine chemische Analyse (siehe Tabelle IX) ist aus hygienischen Gründen kaum einmal nöthig — sollte sie verlangt werden, so würde man aus den geschälten Kartoffeln Scheiben schneiden, davon ca. 200 g genau abgewogen an einen Faden reihen und bei ca. 30° trocknen, dann fein (etwa in einer neuen Kaffeemühle) zermahlen, das lufttrockene Mehl wiegen und genau wie Getreidemehl untersuchen. Analyse.

Mit etwa 1 % Fehler kann man den Stärkegehalt und die Trockensubstanz aus dem specifischen Gewichte nach beifolgender Tabelle ablesen, was für technische wie hygienische Zwecke genügen dürfte.

Die Bestimmung wird folgendermassen ausgeführt:

Ueber einen geräumigen Glascylinder legt man einen Metallstab, aus dem nach unten eine Spitze gegen den Wasserspiegel herabragt. Wenn der Wasserspiegel die Spitze berührt, fasst der Cylinder z. B. 2 Liter Wasser. Man wiegt nun 1 Kilo gesäuberte abgetrocknete Kartoffeln ab und giebt sie in das leere Gefäss, füllt 1 Liter Wasser zu und lässt aus einer Burette so lange weiteres Wasser zufliessen, bis die Spitze wieder das Wasserniveau berührt (z. B. 120 cbcm). Sind also im Ganzen 1120 cbcm Wasser neben den Kartoffeln im Gefässe, so ist: Specifisches Gewicht.

2000 — 1120 = 880 cbcm das Volum und 1000 : 880 = 1,136 das specifische Gewicht, also beträgt nach umstehender Tabelle die Trockensubstanz 31,7 % und der Stärkegehalt 25,9 %.

Bestimmung der Trockensubstanz und des Stärkegehaltes aus dem specifischen Gewicht (Märker).

Spec. Gew.	Trockensubstanz	Stärke	Spec. Gew.	Trockensubstanz	Stärke
1,080	19,7	13,9	1,125	29,3	23,5
1,085	20,7	14,9	1,130	30,4	24,6
1,090	21,8	16,0	1,135	31,5	25,7
1,095	22,9	17,1	1,140	32,5	26,7
1,100	24,0	18,2	1,145	33,6	27,8
1,105	25,0	19,2	1,150	34,7	28,9
1,110	26,1	20,3	1,155	35,8	30,0
1,115	27,2	21,4	1,159	36,6	30,8
1,120	28,3	22,5			

Die Methode giebt nur für gesunde ausgewachsene Kartoffeln brauchbare Werthe.

Junge Kartoffeln.

Junge unreife Kartoffeln (angeblich namentlich wenn sie auf schwerem Boden gewachsen sind), ebenso ausgekeimte aufbewahrte Kartoffeln enthalten Solanin, namentlich in der Schale und den Keimen. Reife Kartoffeln, die ihre volle Grösse erlangt haben, sind daran sehr arm oder frei davon.

Solanin.

Haaf fand in 1 Kilo gekeimter von den Keimen befreiter Kartoffeln 0,32 g, in ebensolchen geschälten 0,24 g, in 1 Kilo unreifer Kartoffeln 0,42 und geschälter unreifer 0,32 g Solanin (Schweiz. Wochensch. f. Pharmac. 1864).

Die ziemlich häufig beobachtete Gesundheitsschädlichkeit namentlich zu junger Kartoffeln, wird vielfach auf das Solanin geschoben, doch macht schon der hohe Wasser- und geringe Stärkegehalt die jungen Kartoffeln schwerverdaulich (vergl. Obst). Die Giftigkeit des Solanins in den Kartoffeln ist mindestens überschätzt; die auf dasselbe bezogenen Thiererkrankungen durch solaninhaltige Kartoffelschlempe sind theils direkte Verwechselungen mit Infektionskrankheiten gewesen, theils Ptomaïnvergiftungen. — Durch Kochen sollen zudem die Kartoffeln ihr Solanin grossentheils verlieren. Ein Verzeichniss der Solaninlitteratur siehe bei Perles Arch. f. exp. Pathol. Bd. XXV.

Wirkung der Kälte auf Kartoffeln.

In der Kartoffel findet beim Aufbewahren eine langsame Abnahme der Stärke statt, die dabei in Dextrin und in geringen Mengen in Zucker übergeht. Werden Kartoffeln sehr kalt aufbewahrt, so wird der Zuckerverbrauch mehr gehemmt als die Zuckerbildung; die Knollen werden deshalb ekelhaft süsslich. Bringt man sie jetzt in gelinde Wärme, so wird der Zucker verzehrt und der Geschmack wieder normal. Gefrieren Kartoffeln, so gehen sie nach dem Aufthauen leicht durch Fäulniss zu Grunde, sind aber, ehe sie faulen, nicht gesundheitsschädlich. Von Erde entblösste Knollen werden am Stock dunkelfarbig; der scharfe Geschmack derselben soll von Solanin herkommen.

Kartoffelkrankheit.

Die Kartoffelkrankheit (verursacht durch Peronospora infestans) befällt neben dem Laube auch die Knollen; dieselben gehen dann theils durch trockene theils durch feuchte Zersetzung zu Grunde, wobei sich gewöhnlich verschiedene Schimmelarten und jedenfalls auch Spaltpilze als Saprophyten ansiedeln. Ausschneiden der verdorbenen Stellen genügt, um das übrigbleibende ohne Schaden verzehren zu können.

2. Gemüse und Obst in frischem und getrocknetem Zustande.

Gemüse.

§ 348. Gemüse verlangen kaum eine hygienische Untersuchung; zu alt gewordenes holziges Gemüse ist minderwerthig, nährstoffarm und schlecht ausnützbar; welkes Gemüse ist minderwerthig und unappetitlich. Durch Begiessen mit Jauche, die Eier von Taenia solium enthält, können letztere in den Menschen gelangen und zu Finnen auswachsen, auch pathogene Bakterien könnten möglicherweise durch ungereinigtes Gemüse einverleibt werden — eine Untersuchung in dieser Hinsicht dürfte selten verlangt werden. Ein Einwandern von für den Menschen pathogenen Bakterien in das Innere von Pflanzen (z. B. Typhusbacillen in Rüben) scheint nach den neueren Arbeiten unmöglich.

Sehr merkwürdig sind die Beobachtungen von de Loos (Jahresber. für Pharmak. 1877 S. 536), wonach gelegentlich Gemüse aus bleihaltigem Boden (Terrain einer früheren Bleiweissfabrik) sehr bedeutende Mengen von Blei aufnehmen, z. B. 650 g Rübe 10 mg; 6 Möhren (272 g) 17 mg, 4 Endivien angeblich gar 130 mg. Häufiger mag es vorkommen, dass bleihaltiger Staub den Pflanzen anhängt. Bleigehalt.

Verwechslungen von Aethusa Cynapium (Hundspetersilie) mit Petersilie, Cicuta virosa (Wasserschierling) mit Sellerie, Oenanthe crocata mit Gelberüben u. s. f. sind selten — Vergiftungen dadurch aber schon mehrfach beobachtet. Verwechselungen.

Getrocknete Gemüse werden heutzutage in vorzüglicher Qualität hergestellt, richtig zubereitet schmecken sie wie frisch. Neue Methoden kommen bei der hygienischen Untersuchung nicht in Frage.

§ 349. Ueber Obst fehlen meines Wissens neuere Arbeiten hygienischer Natur. Unreifes, cellulose-, säure- und gerbstoffreiches, zuckerarmes Obst verursacht Magen- und Darmkatarrhe. Als Kriterien der Reife dürften die volksthümlichen dem Erfahrenen genügen. Obst.

Bei Steinobst und Beerenobst ist Farbe, Konsistenz und Geschmack zu prüfen, bei Kernobst zu beachten, ob die bräunliche Farbe der Kerne schon vorhanden ist. Für den Transport (z. B. nach England) ist Versandt vor der völligen Reife und Nachreifen in einem luftigen Raume nothwendig. Reifekriterien.

Eine schwere Vergiftung durch 25 (!) unreife Birnen berichtet die Wiener med. Presse 1886 Nr. 34. Die Vergiftung, in der nervöse Störungen (Krämpfe, 6 Tage anhaltende Sprachlosigkeit) die gastrischen überwogen, wurde als Blausäurevergiftung durch die Kerne aufgefasst. Blausäurevergiftungen durch Pfirsichkerne, bittere Mandeln etc. sind bekanntlich nicht gerade selten beobachtet worden.

Verschimmeltes Obst ist nach S. 383 zu beurtheilen. Eine schwere Vergiftung von einer Mutter mit Kind durch verschimmelte Kirschen (der Schimmel soll Cladosporium herbarum gewesen sein) unter den Symptomen von Cholera nostras beobachtete Boudier. Manche Leute sollen absichtlich verschimmelte Kirschen als leichtes Laxans geniessen. Verschimmeltes Obst.

Getrocknetes Obst, getrocknete Südfrüchte sind namentlich auf Schmutzgehalt (Sand u. dergl.), auf Schimmel und Milben zu prüfen. Letztere fehlen selten ganz. Man erkennt sie, indem man den Staub auf schwarzes Glanzpapier klopft und mit der Lupe beobachtet, ob er sich bewegt, ev. das Mikroskop zu Hilfe nimmt. Die Beurtheilung geschieht wie oben; zahlreiche Milben machen die Ware unappetitlich. In amerikanischem getrocknetem Obst ist mehrfach in neuerer Zeit ein Zinkgehalt nachgewiesen. Getrocknetes Obst.

3. Büchsenkonserven von Gemüse und Obst.

Die vegetabilischen Büchsenkonserven sind theils ohne Zusatz durch Hitze allein (Erhitzen der verschlossenen Gefässe im Wasser- oder Kochsalzbad) sterilisirt oder sie sind durch starken Zusatz von Zucker, gelegentlich auch von Essig, Konservirungsmitteln u. s. f. zu so schlechten Nährböden gemacht, dass sie nach gründlichem Kochen, in reine Gläser eingefüllt und zugebunden, keines weiteren Erhitzens bedürfen, um haltbar zu sein. Konservirungsmethoden.

§ 350. Hier handelt es sich um die Prüfung:

1. Auf Unverdorbenheit. Jede Andeutung von Gährung (Kohlensäureblasen, veränderter Geschmack) muss bei der Beurtheilung zur Vorsicht mahnen; Verdorbene Konserven.

nach nochmaligem Aufkochen sind solche Präparate wohl fast immer unschädlich, wenn die Aufbewahrung in Glas- oder Thongeschirr erfolgt war, stets verdächtig, wenn Metallbüchsen verwandt waren. Die bei der Gährung gebildeten Säuren pflegen die Lösung giftiger Metalle zu erleichtern. In beginnender Fäulniss befindliche, d. h. übel riechende Konserven sind mit grosser Wahrscheinlichkeit durch Ptomaïne gesundheitsschädlich. — Eine Schimmeldecke, die leicht abhebbar ist, dürfte meist als unbedenklich für die Gesundheit angesehen werden, wenn der Geschmack der Konserve keine Veränderung erfahren hat.

Metallgifte.

2. Auf Metallgifte (Kupfer, Blei, Zinn, Zink) siehe Gebrauchsgegenstände.

Eine unaufhörlich namentlich in Frankreich diskutirte Frage ist die nach der Gesundheitsschädlichkeit von Gemüsekonserven, denen durch Kupfersalze eine schön grüne Farbe verliehen ist. Spuren von Kupfer sind in ungefärbten Vegetabilien sehr verbreitet; in den gefärbten fand A. Gautier im Mittel 90 mg pro Kilo, doch sind ausnahmsweise bis 150 und 200 mg Kupfer in Erbsen konstatirt worden, die nach Brouardel sich nicht durch einen besonderen Geschmack verriethen. Cronquist fand in Stockholm bis 0,2 g. Die Beurtheilung solcher Zusätze siehe unter „Gebrauchsgegenstände", jedenfalls sind sie als unnöthig zu bezeichnen, das Publikum würde sich rasch an gelblichgrüne ungefärbte Konserven gewöhnen.

Konservebüchsen.

Durch Konservebüchsen sind schon öfters nennenswerthe Mengen von Blei und Zinn in Gemüsekonserven gelangt.

Blei.

Gautier giebt den Bleigehalt der pflanzlichen Büchsenkonserven auf durchschnittlich 2,5 mg pro Kilo an. Viel bleireicher fand er animalische Konserven; im Kilo Oel, Sardinen, Hummer etc. bestimmte er 10—50 mg Blei, das Oel der Oelkonserven war oft noch bleireicher.

Zinn.

Ungar und Bodländer (Ergänzungsheft zum Centralbl. f. Gesundheitspflege, Bd. I) fanden 200—400 mg Zinn pro 1 Kilo in konservirten Gemüsen und Früchten, die in verzinnten eisernen Konservebüchsen aufbewahrt waren. König bemängelt (Dammer's Lexikon Seite 300) die Angaben dieser Forscher und hält es für möglich, dass sie bloss Kieselsäure in den Händen gehabt hätten, doch hat auch eine Reihe anderer Forscher ähnliche Resultate mitgetheilt. Ungar und Bodländer wollen in einem Falle sogar eine akute Erkrankung des Menschen auf den Zinngehalt der Konserven zurückführen (wohl kaum mit Recht). Siehe Gebrauchsgegenstände.

Tomatenkonserven erzeugen in England und Amerika, wo sie beliebt sind, häufig Vergiftungen, die als Metallvergiftungen (Blei, Zinn) aufgefasst werden. Eine organische Säure der Konserven bedingt die Lösung der schädlichen Metalle.

3. Auf Konservirungsmittel (vergl. S. 275 u. f.).

4. Auf Nährwerth, Ausnützbarkeit, Preiswürdigkeit (vergl. S. 266 u. f.).

4. Pilze.

§ 351. Die Untersuchung der zum Genusse bestimmten Pilze hat nach einem der unten aufgeführten Spezialwerke mit farbigen Abbildungen zu geschehen. Wer nicht gründliche Studien gemacht hat, beschränke sich im Genusse auf 3—6 verbreitete mit anderen Pilzen nicht zu verwechselnde Arten; auch der Pilzkundige pflegt nur relativ wenige Arten zu verspeisen. Pilze. Untersuchung.

Allgemeine Merkmale für essbare oder giftige Pilze giebt es nicht; so kommt z. B. das gefürchtete Blauwerden der Bruchstelle auch bei einzelnen essbaren Pilzen vor; unangenehmer Geruch des frischen Pilzes bedeutet so wenig Giftigkeit, wie angenehmer Geruch und Geschmack das Gegentheil u. s. f.

Bemerkenswerth ist, dass die Giftigkeit mancher (aller?) Giftpilze nach Jahrgang und Standort enorm schwankt, z. B. Amanita phalloides war bei Bern vom gleichen Standorte in 2 aufeinander folgenden Jahren sehr giftig und fast ungiftig; Boletus luridus lieferte Böhm in 4 Jahren hintereinander stets kleinere Mengen Muscarin; Täublingsarten werden in der Münchener Gegend sehr oft verspeist, plötzlich wirken sie dann einmal giftig. Gerade solche zu Zeiten ungiftige Pilze fordern die zahlreichsten Opfer, da man sie an manchen Orten sorglos zu verspeisen gewöhnt ist. Es ist natürlich, dass neben der wechselnden Giftigkeit der gleichen Art oft auch Verwechselung von giftigen mit ungiftigen Arten ein Zustandekommen von Vergiftungen zur Folge haben. Schwankende Giftigkeit.

Dass auch von den genau bekannten essbaren Arten nur frische, nicht zerfressene, nicht angefaulte oder vom Regen verwaschene Exemplare gesammelt werden dürfen, dass die Schwämme vor dem Genusse sorgfältig geputzt werden müssen, versteht sich von selbst. Aufbewahren von übrig gebliebenen Schwammgerichten ist nicht rathsam. Der Genuss getrockneter Pilze ist möglichst zu vermeiden; sie sind (Bischoff) selten richtig bestimmt, meist schlecht gereinigt, oft unappetitlich aufbewahrt, verstaubt, von Insekten zerfressen. Die feinen Pilzkonserven des Handels in Gläsern pflegen dagegen allen Ansprüchen zu genügen, dieselben sind wie Gemüsekonserven zu beurtheilen. Zubereitung u. Konservirung.

In Berlin sollen nach Bischoff die getrockneten Morcheln nur zum kleinen Theil aus der Speisemorchel Morchella esculenta bestehen, viele Proben enthielten vorwiegend giftige Helvella (Lorchel)-Arten und führten auch dementsprechend öfters zu Vergiftungen. Die getrockneten Champignons fand derselbe Autor nur aus verschiedenen ungiftigen Boletusarten zusammengesetzt; statt Trüffeln fand sich einmal das giftige Scleroderma aurantiacum. Offenbar wären diese Verwechselungen oder Substitutionen oft bedenklicher in ihren Folgen, wenn nicht durch das Trocknen viele Pilze an Giftigkeit einbüssten, so ganz besonders die Helvella esculenta. Getrocknete Pilze.

Die Ernährungslehre nimmt übrigens zur Zeit im Gegensatze zu früher den Pilzen gegenüber den Standpunkt ein, dass sie trotz des hohen Stickstoffgehaltes ihrer Trockensubstanz nicht anders als die Mehrzahl der Gemüse in ihrem Nährwerthe zu beurtheilen sind. Wie diese liefern sie nur bei Gegenwart von viel Wasser eine geniessbare Speise, ihr Stickstoffgehalt ist zu einem starken Prozent- Nährwerth.

satze auf werthlose Amidokörper zu beziehen, die Ausnützung ihres Eiweissgehaltes ist eine recht schlechte. Sie stellen wie die Mehrzahl der grünen Gemüse mehr Genuss- als Nahrungsmittel dar. (Näheres siehe in der Litteratur, namentlich bei Uffelmann.)

Litteratur.

Leuba, F. Die essbaren Schwämme und die giftigen Arten. Mit guten Abbildungen. 1888—90. Basel. Grosses Werk.
Pabst. Kryptogamenflora, Pilze. Gera 1875.
Saltet. Ueber die Bedeutung der essbaren Schwämme als Nahrungsmittel für den Menschen. Arch. f. Hyg. III.
Uffelmann, J. Ueber den Eiweissgehalt und die Verdaulichkeit der essbaren Pilze. Arch. f. Hyg. VI.
Mörner. Ueber den Nährwerth der essbaren Pilze. Zeit. f. physiol. Chem. 1886.
Husemann-Boudier. Die Pilze in ökonomischer, chemischer und toxikologischer Hinsicht. 2 lithogr. Tafeln. 1867.
Bischoff, C. Ueber getrocknete Pilze. Deutsche Vierteljahrsch. f. öffentl. Gesundheitspflege XX. 1888.

XI. Abschnitt.

Zucker, Honig, Saccharin.

---

1. Zucker und Honig.

§ 352. Als Versüssungsmittel im Haushalte dient fast ausschliesslich Rohrzucker (Saccharose) aus Rüben oder Zuckerrohr gewonnen. Die krystallinischen Produkte, die in Form von Hüten, Broden oder Würfeln im Handel sind, bedürfen der hygienischen Untersuchung kaum, da sie annähernd aus reinem Rohrzucker bestehen. Farinzucker, gestossener Zucker u. s. f. sollen gelegentlich analog wie das Mehl mit anderen weissen Pulvern verfälscht sein (siehe Seite 371). Rohrzucker.

Die Aschebestimmung wird mit kleinen Mengen pulverisirten Zuckers ausgeführt, man setzt weitere Mengen immer erst zu, wenn die ersten fertig verascht sind; empfohlen wird auch sehr, dem Zucker etwas aschefreies Vaselin zuzufügen, weil dadurch die Verbrennung ausserordentlich viel ruhiger wird.

Ein zuweilen im Rohrzucker vorkommender Gehalt an Invertzucker (Seite 265) und Fälschungen von rohem Rohrzucker mit dem weniger süssen Traubenzucker beschäftigen die Hygiene nicht. Gründe hierfür folgen. Ein Nachweis, resp. eine Bestimmung dieser Zuckerarten, die Fehling'sche Lösung reduziren, ist leicht neben Rohrzucker nach Seite 266.

Traubenzucker aus Trauben kommt zu Ernährungszwecken kaum in den Handel, dagegen spielt der künstliche Traubenzucker (sogenannter Stärke- oder Kartoffelzucker) eine wichtige Rolle. Stärkezucker wird durch Kochen von Stärkemehl mit verdünnter Schwefelsäure erhalten. Traubenzucker.

Nachdem man die Schwefelsäure mit kohlensaurem Kalk entfernt, die Flüssigkeit mit Knochenkohle entfärbt hat, dampft man die erhaltene Traubenzuckerlösung ein. Krystallinisch scheidet sich ziemlich reiner Traubenzucker aus beim langsamen Abkühlen; die gewöhnlichen durch starkes Eindampfen erhaltenen Sorten sind daneben reich an Maltose und dextrinartigen Körpern. Vielfach bringt man diese Massen gar nicht zur Trockne, sondern verwendet sie in Syrupkonsistenz. Sieben fand z. B. 20,1 % Wasser, 21,7 % Traubenzucker, 15,8 % Maltose, 41,96 % Dextrin, 0,3 % Asche. Diese Untersuchung wird dadurch sehr erschwert, dass die Dextrine weder vollständig unvergährbar (nur schwer vergährbar), noch auch ganz unfähig sind, Kupferlösung zu reduziren — vergl. hierüber die Anmerkung am Schlusse des Abschnittes.

Stärkezucker (von schwach süssem Geschmack) wird theils als Syrup als billiges Versüssungsmittel für Speisen verwendet, theils dient (resp. diente) er als Zusatz zu Wein bezw. Most, als Honigsurrogat, zum Glasiren von Kaffeebohnen etc.

Ueber die angebliche Gesundheitsschädlichkeit unreinen, d. h. an unvergährbaren, dextrinartigen Substanzen reichen Traubenzuckers vergl. Wein.

Honig. § 353. Reiner Bienenhonig hat nach Sieben eine durchschnittliche Zusammensetzung von 34,7 Dextrose, 39,2 Lävulose, 1,1 Rohrzucker, 20 Wasser und 5 Nichtzucker; das Aussehen (klar oder krystallinisch körnig getrübt), die Farbe, das Aroma wechseln nach der Herkunft und Zusammensetzung ziemlich bedeutend. „Jungfernhonig" ist der im Mai und Juni gewonnene feinste Honig, den man bei Sonnenwärme spontan aus den Waben ausfliessen lässt, „Schleuderhonig" ist durch Centrifugiren der Waben gewonnen, die gewöhnlichen Honigsorten sind durch Ausschmelzen der Waben erhalten.

In 60 echten Honigproben schwankte der Invertzucker von 68—79 %, auch das Verhältniss von Dextrose zu Lävulose wechselte (Extreme: 57 % Dextrose auf 43 Lävulose und 32 Dextrose auf 68 Lävulose). Rohrzucker fehlte 27 mal ganz, stieg aber bis zu 8 %. Wassergehalt schwankte von 16—25 %, der Nichtzucker von 1,3—8,8 % (Sieben).

Stets fehlt dem echten Honig vollkommen ein Gehalt an unvergährbaren oder Kupferlösung nach vorsichtigem (S. 265) Invertiren nicht reduzirenden Kohlehydraten. Der Nichtzucker besteht aus Eiweisskörpern, Wachs, Blüthenstaub, Säuren (stets etwas freier Ameisensäure) und Salzen.

Honigfälschung mit Stärkezuckersyrup. Massenhaft wird Honig namentlich in der Schweiz unter allen möglichen Namen mit Stärkezuckersyrup versetzt verkauft. Diese Produkte fallen dem Kenner natürlich schon durch ihren Mangel an feinem Geruch und Geschmack auf. Der chemische Nachweis stützt sich auf den der schwervergährbaren Dextrine im Stärkezucker. Zur Prüfung eines Honigs auf Echtheit verfährt man nach Sieben: Lässt man 25 g Honig in 150 cbcm Wasser mit 12 g stärkefreier Hefe versetzt 2 Tage bei Zimmertemperatur gähren, klärt die Flüssigkeit mit Thonerdehydrat und filtrirt die rückständige Lösung, so muss sie:

1. vollständig inaktiv gegen polarisirtes Licht sein,
2. darf die Fehling'sche Lösung nicht reduziren, selbst dann nicht, nachdem sie nach Art der Stärke- oder Dextrinverzuckerung mit Salzsäure erhitzt war (Seite 265).

Im entgegengesetzten Fall ist Stärkezuckersyrup nachgewiesen.

Dextrinartige Stoffe im Naturhonig. Diese von Sieben aus der Untersuchung von 100 Honigsorten abgeleiteten Kriterien sind in den letzten Jahren wieder etwas erschüttert, indem zuerst Amthor (Ber. d. 6 Vers. bayr. Chem. in München. 1887, und Zeit. f. ang. Chem. 1889.) dann auch v. Raumer (Zeit. f. ang. Chem. 1889 und 9. Versamml. bayr. Chem. in Erlangen 1890) Naturhonige auffanden, die 6—9 % von dextrinartigen Körpern enthielten. — Die quantitative Dextrinbestimmung hat nach den Grundsätzen von Seite 265 zu geschehen.

Andere Fälschungen. Stärkezusatz enthüllt das Mikroskop (reiner Honig darf von geformten Elementen nur etwas Blüthenstaub aufweisen), Mineralpulverzusatz eine Aschenbestimmung; reiner Honig enthält nur 0,2—0,3 Procent Asche. Einen etwaigen

Zusatz von Gelatine weist Tanninlösung nach; in echtem Honig entstehen dadurch nur zarte Flocken, in gelatinehaltigem ein massiger Niederschlag.

Alle diese Verfälschungen sind nicht gesundheitsschädlich und nach den Prinzipien von Seite 413 zu beurtheilen. Vergl. auch Wein.

Giftiger Honig kommt in Europa wohl nur selten vor; der Honig von Trapezunt ist giftig durch den Gehalt an Andromedotoxin (Plugge), das aus den Azaleablüthen stammt. Kalmia, Andromeda, Rhododendron und Azaleaarten machen den Honig von New-Yersey giftig (Tresh). Zahlreiche andere Arten von Ericaceen enthalten dasselbe Gift, unsere Erica, Calluna, Rhododendron und Ledum nicht. Näheres über Andromedotoxin: de Zaayer, Pflüger's Archiv Bd. 40. Das Gift ist in Alkohol löslich, in Aether und Chloroform unlöslich, krystallinisch weiss, stickstofffrei und erregt heftiges Erbrechen. Es ist denkbar, dass auch einheimische Giftpflanzen gelegentlich giftigen Honig liefern. Giftiger Honig.

Für diesen Abschnitt vergleiche: E. Sieben: Ueber die Zusammensetzung des Stärkezuckersyrups, des Honigs und die Verfälschung des letzteren. Zeitschrift des Vereins f. d. Rübenzuckerindustrie des deutsch. Reiches 1884. S. 837. Die ausgezeichnete Arbeit bringt viele Hilfsmittel zur Untersuchung von Zuckergemischen (namentlich auch Dextrose neben Maltose, Dextrose neben Lävulose) und zahlreiche Citate — hier kann nicht näher auf diese Arbeiten eingegangen werden, die einen geübten Chemiker verlangen und hygienisch bisher doch nur von untergeordneterem Interesse sind.

2. Saccharin.

§ 354. In neuerer Zeit ist im Saccharin (Orthobenzoësäuresulfinid $C_6H_4 \langle {}^{CO}_{SO_2} \rangle NH_2$ [1]) ein weisses geruchloses Pulver auf den Markt gekommen, das 300 mal so süss wie Rohrzucker ist. Dasselbe ist in kaltem Wasser schwer löslich (1 : 260), reagirt schwach sauer; als leichtlösliches Saccharin kommt in neuester Zeit ein praktisches Alkalisalz in den Handel. Der Geschmack ist nur dann leicht aromatisch, der Nachgeschmack nur dann kratzend, wenn man das Pulver selbst oder konzentrirte Lösungen kostet; verdünnte Lösungen schmecken rein süss. Es wird theils als Ersatz des Rohrzuckers in einzelnen Fällen, z. B. für Champagner, Chokolade, dann für Diabetiker als Ersatz des Zuckers überhaupt empfohlen. Saccharin. Eigenschaften.

Da 2 g Saccharin hinreichen, um einem Kilo Stärkezucker die gleiche Süsskraft, wie sie einem Kilo Rohrzucker zukommt, zu verleihen, so liegt es nahe, dass auch in dieser Weise Substitutionen theureren Materials durch billiges versucht werden können. Süsskraft.

---

[1]) Nach E. Salkowski's Untersuchungen ist das Präparat in den älteren Handelsprodukten mit 60%, in den neueren mit ca. 30% Parasulfaminbenzoësäure verunreinigt, was aber die folgende Betrachtung nicht beeinflusst, da sich dieselbe auf das jetzige Handelspräparat (Sommer 89) bezieht.

Nachweis mit dem Geschmack.

Der Nachweis des Saccharins ist schon dadurch möglich, dass man die getrocknete Substanz mit wasserfreiem Aether auszieht; schmeckt der Verdunstungsrückstand süss, so ist Saccharin vorhanden — alle Zuckerarten, sowie Glycerin sind in Aether unlöslich. Einen chemischen Nachweis hat C. Schmitt (Rep. d. anal. Chem. 1887. S. 438) gegeben, der auf Ueberführung des Saccharins in Salicylsäure beruht.

Nachweis nach Schmitt.

Nach den Untersuchungen von Immerheiser (Versamml. der bayr. Chem. in Erlangen 1890) ist ein schwacher Salicylsäuregehalt in vielen reinen Weinen vorhanden, wodurch der Werth dieser Reaktion in Frage gestellt wird.

Nach Weigle-Hilger.

Am meisten empfohlen wird jetzt (Weigle-Hilger): Die auf Sand eingetrocknete Substanz wird mit Aether + Petroläther (ā) erschöpft. Der Rückstand von der Aetherverdunstung wird in schwach alkalischem Wasser aufgenommen, von etwaigem Schwefelpulver und Tröpfchen ätherischen schwefelhaltigen Oeles durch ein nasses Filter abfiltrirt, mit Soda gemischt zur Trockne gebracht und in geschmolzenen Salpeter eingetragen. So entsteht aus dem Schwefelgehalt des Saccharins Schwefelsäure, die nach Seite 203 gewogen wird. 1 mg $BaSO_4 = 0{,}78$ mg Saccharin.

Beurtheilung.

Die Beurtheilung des Saccharins vom hygienischen Standpunkte aus lautet (F. Jessen u. K. B. Lehmann, Arch. f. Hyg. X.) nach eigenen Versuchen:

1. Saccharin ist nach den Versuchen aller Autoren ungiftig, weder einmalige enorme Dosen (5 g ein kräftiger Mann), noch dreimonatlicher Gebrauch von täglich 0,1 resp. 0,2 g Saccharin (an Süsskraft 30—60 g Zucker entsprechend) brachte bei 5 Männern, 2 Knaben und 2 Mädchen irgend ein Symptom von Gesundheitsstörung hervor.

2. Die Ausnützung von Milch durch den Menschen wird nicht dadurch beeinflusst. Die Speichelwirkung auf Stärke durch (leichtlösliches) Saccharin nicht beeinflusst, die Peptonisirung des Eiweiss im künstlichen Verdauungsversuche dagegen etwas verzögert, Thierversuche (Ogata) zeigen übrigens, dass auch Zucker beim Hunde die Verdauung des Eiweiss verlangsamt.

3. Ein Ersatz eines Kohlehydrats durch Saccharin vermindert natürlich den Nährwerth, da Saccharin gar keinen Nährwerth besitzt. Ein Ersatz von Rohrzucker durch das gleiche Gewicht reinen Stärkezuckers, der durch etwas Saccharin versüsst ist, kann physiologisch nicht als Schädigung betrachtet werden.

4. Für Diabetiker ist durch Saccharin eine wohlthuende Abwechslung im Geschmack der Speisen möglich; ein Ersatz z. B. von Zucker durch Saccharin im Champagner dürfte Liebhabern süssen Champagners nicht unwillkommen sein, da starker Zuckergehalt entschieden häufig die Verdauung ungünstig beeinflusst. Die antiseptischen und antifermentativen Wirkungen des Saccharins sind ohne praktischen Nutzen.

5. Ist somit eine Verwendung des Saccharins hygienisch unbedenklich, so muss doch unbedingt die Deklaration des Zusatzes verlangt werden.

Mit diesen Schlüssen stimmen die Resultate der neuesten Arbeit von E. Salkowski, dem unsere Arbeit entgangen ist, vollkommen überein (Virchow's Archiv, Bd. 120, S. 325). Auch die Vers. bayer. Chemiker in Erlangen 1890 stellte sich auf einen ganz ähnlichen Standpunkt.

XII. Abschnitt.

Pflanzliche alkoholfreie Genussmittel[1]).

1. Thee.

§ 355. Thee. Die Mutterpflanze Thea chinensis ist ein mit der Camellia unserer Gewächshäuser nahe verwandter immergrüner Strauch, der ausser in China und Japan noch in einigen anderen subtropischen Gebieten gezogen wird. Seine jungen Blätter liefern den feinen Thee, die älteren schlechtere Sorten. Thee kommt zu uns namentlich in 2 Formen: Thee.

Grüner Thee. Sofort nach dem Pflücken werden die Blätter in eisernen Pfannen einige Minuten erhitzt, dann geknetet, endlich zusammengerollt und in der Sonne getrocknet. Theesorten.

Schwarzer Thee. Die Blätter werden erst auf Haufen gähren gelassen, wodurch sie eine dunkle Farbe annehmen, dann werden sie wie der grüne Thee getrocknet. Thee wird für den Export vielfach parfümirt durch Dazwischenlegen von später ausgesuchten wohlriechenden Blumen. Den grünen Thee färben die Produzenten für die Europäer vielfach oder allgemein durch Bestäuben mit Berliner Blau, Smalte, Indigo, Curcuma, Thon oder Gips in allerdings unschädlicher Weise. Neben diesen unschädlichen Stoffen, deren Nachweis hier zu weit führte, soll auch Bleichromat angewendet werden (vergl. hierüber sowie über Farben und Bleigehalt durch Bleipackung Gebrauchsgegenstände). Färbung.

In den Büchern wird sehr viel von allen möglichen Fälschungen des Thees durch Blätter anderer Pflanzen gesprochen; Dutzende von Pflanzen (Kirsche, Schlehe, Weide, Weidenröschen, Esche, Erdbeere etc.) sollen als Surrogat verwendet werden. Hilger Fälschungen mit fremden Blättern.

---

1) Ueber die Zusammensetzung dieser Substanzen giebt Tabelle X übersichtliche Auskunft, im Text ist dieselbe nur, soweit direkte Schlüsse daraus gezogen werden können, berücksichtigt. — Da über die physiologisch wirksamen Stoffe derselben noch vielfach unsere Kenntnisse sehr lückenhaft sind, eine Beurtheilung des Werthes der einzelnen Sorten als Genussmittel von dem Kundigen durch den Geschmack und Geruch viel sicherer als durch chemische Analyse gegeben werden kann, so habe ich die chemische Untersuchung in diesem Abschnitt nur so weit mitgetheilt, als sie zum Erkennen von Verfälschungen für praktische Zwecke ausgeführt zu werden pflegt.

hebt dem gegenüber hervor, dass er nur einmal Weidenblätterbeimischung gefunden; ich konnte in einer Reihe von Theeuntersuchungen in München, die Thee billigster Qualität und Theestaub (Abfälle) betrafen, keine Fälschung durch fremde Blätter nachweisen.

Botanische Untersuchung.

§ 356. Zum Zwecke der botanischen Untersuchung weicht man Theeblätter in heissem Wasser auf und breitet sie auf Glasplatten aus. Man kann sie auch durch Einlegen in Glyceringelatine oder nach Trocknen zwischen Fliesspapier in Kanadabalsam leicht in toto konserviren. Auf Fig. 111 ist die charakteristische Ansicht der Zähnung und des Nervenverlaufes des Theeblattes gegeben, besonders ist auf die bogige Verbindung der Seitennerven Werth zu legen.

Makroskopisch.

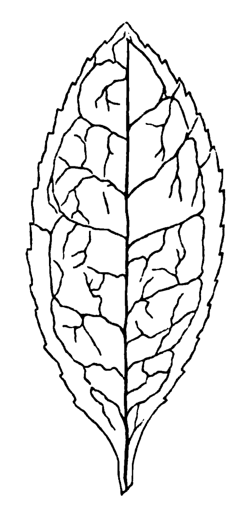


Fig. 111.
Theeblatt nat. Grösse.

Mikroskopisch.

Schöpft man nach dem Aeusseren des Blattes Verdacht, so bringt man Partien desselben (namentlich aus der Nähe der Nerven) zerquetscht bei ca. 300facher Vergrösserung unter das Mikroskop. In einem echten nicht zu jungen Theeblatte wird man selten die höchst charakteristischen Steinzellen [1]) vermissen. sehr grosse, knorrig ästige Gebilde, deren Länge fast der ganzen Blattdicke gleichkommt (Fig. 113 *id*). Weniger charakteristisch sind die auch sonst häufig in Blättern vorkommenden Calciumoxalatdrusen (Fig. 113 *K*). Ausserdem findet man an jungen Blättern stets mehr weniger häufig lange englumige an der Basis oft rechtwinkelig gebogene Haare (Fig. 112 *h*), manchmal erscheinen die Blätter geradezu filzig davon, während alte Blätter oft fast kahl sind. Die Spaltöffnungen (Fig. 112 *sp*) sind gross, breit, ohne Nebenzellen, nicht besonders charakteristisch. Die Epidermis der Blattober- und Unterseite ist ungestreift.

Von den oben erwähnten Surrogaten ist mit Hilfe dieser Kennzeichen ein fragliches Theeblatt meist leicht zu unterscheiden; es scheinen aber auch Blätter von anderen Camelliaceen (die im Gegensatze zu den oben aufgezählten Blättern ebenfalls Steinzellen besitzen) zur Theefälschung Verwendung zu finden. (Riche und Collin, Chem. Zeit. Rep. 1890. S. 42.)

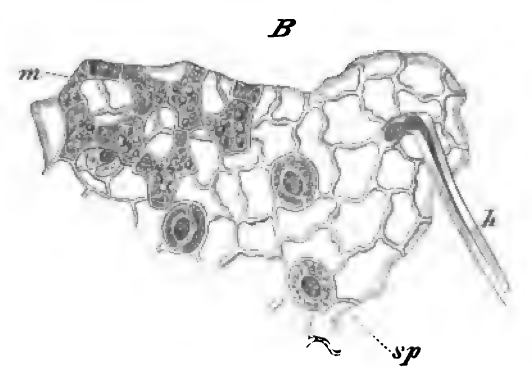


Fig. 112.
Epidermis des Theeblattes.
Nach Möller. Vergröss. 160.

Gebrauchter Thee als Verfälschungsmittel.

Viel wichtiger im Welthandel als Zusatz fremder Blätter ist die Vermischung von gutem Thee mit schon einmal gebrauchten Theeblättern, was im allergrössten Maasstabe ausgeführt werden soll. Der Nachweis dieser Fälschung ist selbst für Fachleute bisher schwer zu führen und zwar aus folgenden Gründen:

---

1) Die feinsten Theesorten, die aus den jüngsten Blättern bestehen, zeigen die Steinzellen öfters nicht; am ehesten noch unter dem Hauptnerv des Blattes.

1. Man könnte Theïn-(Coffeïn)bestimmungen versuchen, aber selbst bei gutem Thee schwankt der Coffeïngehalt von 1–3 % [1]).

Nach **Hilger** und **Vité** bestimmt man das Coffeïn im Thee am besten so: Coffeïn-bestimmung.

5 g Theepulver (Haarsieb-Maschenweite 4 qmm) werden (zweckmässig in einem eiförmigen Theeseiher) 3mal eine Stunde lang mit je 300 cbcm Wasser extrahirt; die vereinigten — weder colirten noch filtrirten — Auszüge sind bis auf 1/4 einzuengen und alsdann heiss mit frisch gefälltem Bleihydroxyd unter Zusatz von grobkörnigem ausgewaschenem Sande zu vermischen. Die Mischung bringt man auf dem Wasserbade zur Trockne und zieht nun drei Stunden lang das Gemenge mit Chloroform im **Soxhlet'**schen Apparate aus. Der nach dem Abdestilliren bleibende Rückstand wird in heissem Wasser gelöst, das Filtrat im gewogenen Krystallisationsschälchen oder Kölbchen auf dem Wasserbade verdunstet und der Verdampfungsrückstand bei einer 100° nicht übersteigenden Temperatur (am besten im Wasserdampftrockenschrank) getrocknet und gewogen.

2. Der Gerbstoffgehalt, der durch die Extraktion abnimmt, kann durch Katechuzusatz, der gleichzeitig die Farbe verbessert, wieder hineingebracht werden. Damit ist der Werth der Extraktbestimmung fraglich gemacht. Gerbstoff.

Einen grösseren Anhaltspunkt kann die Aschenbestimmung liefern: Dieselbe soll nicht unter 3 % und nicht über 7 % betragen. Von der Asche soll nur 2,5—4 % in Wasser löslich und nicht mehr als 1 % in Säure unlöslich sein. Asche.

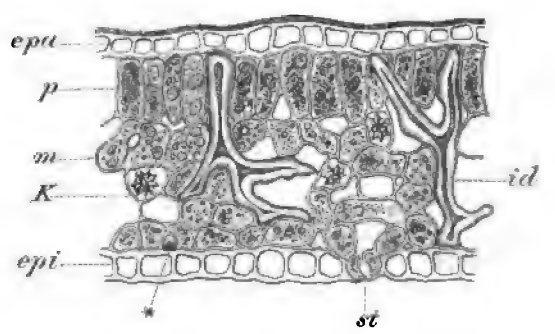


Fig. 113.
Querschnitt durch ein Theeblatt.
Nach **Möller**. Vergröss. 160.

Bei der Beurtheilung des Thees wird es für den Hygieniker darauf ankommen, zu konstatiren, ob eine unverfälschte Sorte vorliegt, die nicht vorher schon einmal ausgezogen ist. Der Werth als Genussmittel wird von Theekennern durch den Geschmack besser als durch jede Untersuchung beurtheilt. Die bisher verwendeten Surrogate sind als werthlos aber unschädlich zu bezeichnen; natürlich liegt die Möglichkeit eines unverständigen Zusatzes schädlicher Blätter vor, und es ist demgemäss jedes vorgefundene nicht sicher bestimmbare fremde Blatt als ein möglicherweise schädliches zu beurtheilen (vergl. S. 413).

2. Kaffee und Kaffeesurrogate.

§ 357. Mit Kaffee bezeichnet man die Samen des Kaffeebaumes (Coffea arabica); das Fruchtfleisch, das diese Samen umhüllte, kommt wohl als Sakkakaffee in den Handel. Kaffee.

1) Offenbar bestimmen gewisse flüchtige, riechende und schmeckende Stoffe (das Theeöl) den Werth des Thees in viel höherem Maasse als der Coffeïngehalt. Theeöl ist etwa 0,6—0,8 % vorhanden, reichlicher im grünen als im schwarzen Thee.

Künstliche Färbung.

Bei der Kultur des Kaffeebaumes in der Tropenregion fast der ganzen Erde werden zahlreiche Varietäten in Form, Grösse und Farbe der Bohnen gewonnen. Gelegentlich wird durch Berlinerblau, Indigo, Ultramarin, Chromgelb, Ocker, Curcuma, Porzellanerde u. s. f. die Farbe etwas „verbessert“. Gefärbter ungebrannter Kaffee giebt meist an destillirtes Wasser beim Schütteln oder Stehen etwas Farbstoff ab; wohl zu merken ist, dass jeder rohe Kaffee kalkhaltiges Brunnenwasser durch Viridinsäure (Kaffeegerbsäure) grün färbt.

Sehr häufig soll „havarirter Kaffee“, d. h. ein durch Seewasser-Einwirkung verdorbenes Produkt künstlich wieder für den Gebrauch zurecht gemacht werden; das Kochsalz wird ausgewaschen und die Farbe nach Bedürfniss (eventuell auch mit Azofarben) verbessert. Der Kochsalzgehalt darf nicht über 0,6 und nicht unter 0,15% betragen.

Gebrannter Kaffee.

§ 358. Gebrannter ungemahlener Kaffee ist ein wichtiger Handelsartikel. Beim vorsichtigen Brennen geht kaum Coffeïn verloren, dagegen bildet sich „Coffeon“, eine aromatisch riechende, ölige Substanz, die an der Kaffeewirkung mitbetheiligt ist. Der Zucker geht in Karamel und andere Zersetzungsprodukte über.

Es findet eine Volumvermehrung durch Anschwellen der Bohnen statt, dabei vermindert sich der Wassergehalt von 12—13% auf 1—3% Wasser, so dass das specifische Gewicht der Kaffeebohnen von 1,041—1,368 auf 0,5 bis 0,65 sinkt (Padé). Vielfach wird etwas Zucker oder häufiger roher Zuckersyrup beim Brennen zugesetzt, um so eine „Glasur“ der Bohnen zu erzeugen. Die Glasur soll angeblich die Verflüchtigung der aromatischen Substanzen aufhalten; sie bewirkt aber, dass der Kaffee unter Umständen bis zu 10% Wasser behält, also einen Gewinn von ca. 8%. Nebenbei vermehrt auch der von 5 bis zu 25% (! König) zugesetzte billige Syrup das Gewicht in gewinnbringender Weise und so karamelreicher Kaffee erscheint dem Publikum noch dazu wegen seines grossen Färbevermögens sehr ausgiebig und gehaltreich.

Coffeïn.

Der Coffeïngehalt wird folgendermassen bestimmt (Methode von Hilger nach Kornauth); er soll nicht unter 1,9% in der Trockensubstanz betragen:

5 g Kaffee werden feinst pulverisirt mit heissem Wasser vollkommen extrahirt, der Auszug mit neutralem Bleiacetat ausgefällt, das Filtrat hiervon durch Einleiten von Schwefelwasserstoff vollkommen entbleit, mit Magnesia und Sand im Hofmeister'schen Schälchen eingetrocknet und der fein gepulverte Trockenrückstand mit Chloroform vollkommen extrahirt. Der Verdunstungsrückstand vom Chloroformauszug wird mit Wasser gut ausgekocht, filtrirt und das Filtrat im Vakuum auf ein geringes Volumen eingedampft und dann der Rest des Wassers durch Trocknen im Wassertrockenschrank entfernt. Es empfiehlt sich, das zurückbleibende Coffeïn noch mikroskopisch auf seine Reinheit zu prüfen.

Kunstkaffee.

In neuerer Zeit wird u. a. am Rheine und in Ungarn ein „Kunstkaffee“ in den Handel gebracht, der in der Form gerösteter Kaffeebohnen aus einem Teige hergestellt wird, in dem sich Eicheln, Getreide, Lupinen, Schalen des schwarzen Pfeffers etc. gelegentlich auch wirkliches Coffeïn befindet. Die Beibehaltung der Form und Farbe der Kaffeebohne kennzeichnet die Bestimmung des Fabrikates als Fälschungsmittel; die sehr schwer kontrolirbare Zusammensetzung erschwert eine gerechte Beurtheilung vom hygienischen Standpunkt. Dass Lupinen, die ja in frischem Zustande zuweilen durch den Gehalt an wenig bekannten Giften furchtbare Verheerungen unter den Schafbeständen anrichten, in geröstetem Zustande sicher ungiftig sind, wäre erst noch zu beweisen.

Gebrannter gemahlener Kaffee.

Gebrannter gemahlener Kaffee ist mikroskopisch auf seine Reinheit zu prüfen; man kocht zu diesem Zwecke das Pulver stark mit Wasser aus und

bringt die feinsten Stückchen direkt unter's Mikroskop; aus gröberen fertigt man möglichst dünne Schnittchen an. Zur Aufhellung kann man Kalilauge zusetzen. Der Ungeübte wird sich Kontrollpräparate von gerösteten und ungerösteten Kaffeebohnen machen.

Im Wesentlichen findet man im Kaffeepulver nur die knotig verdickten dickwandigen polygonalen Endospermzellen (Fig. 114), deren Inhalt (Fett, Zucker und Stärke) beim Rösten deformirt wurde; die oberste Zellage des Endosperms hat annähernd kubische Form. Der kleine Embryo hat kein charakteristisches Gewebe; dagegen zeigt die dünne Samenhaut, die an den Bohnen meist abgescheuert und nur in der Samenfurche erhalten ist, grosse ziemlich charakteristische, vorwiegend schiefporige Steinzellen, die im Kaffeepulver also auch nur spärlich neben den Endospermzellen erscheinen dürfen (Fig. 115 *st*). Mikroskopie des Kaffeepulvers.

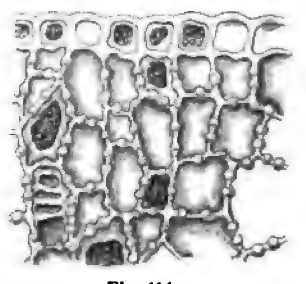


Fig. 114.
Endospermzellen der Kaffeebohne. Nach Möller. Vergröss. 160.

§ 359. Sehr schwunghaft wird die Fälschung des gerösteten gemahlenen Kaffees betrieben. Die meisten Fälschungsmittel kommen aber auch selbstständig kaffeefrei in allen möglichen Kombinationen und unter allen möglichen pompösen Phantasienamen als Kaffeesurrogate auf den Markt, in der Absicht, den theueren Kaffee durch ein billigeres „und dabei nahrhaftes“ Getränk zu ersetzen, so dass wir sie erst für sich allein betrachten müssen. — Die wichtigsten Kaffeesurrogate werden dargestellt aus: Fälschung des Kaffeepulvers. Kaffee-Surrogate.

Cichorienwurzeln (sehr häufig gehen auch Rüben unter diesem Namen).

Feigenfrüchten (namentlich alten, minderwerthigen).

Cerealien, namentlich Gerste und Malz.

Leguminosensamen, namentlich: Lupinen, Canevallia, Astragalusarten; seit einiger Zeit kommen als Negerkaffee und unter anderen Namen Cassiasamen in den Handel. Alle diese Substanzen liefern geröstet (und zum Theil mit Syrup versetzt) braune Pulver oder kompakte Massen von wechselndem Wassergehalte. Ihre Aehnlichkeit mit Kaffee besteht in der allen gemeinsamen braunen Aehnlichkeit und Verschiedenheit von Kaffee.

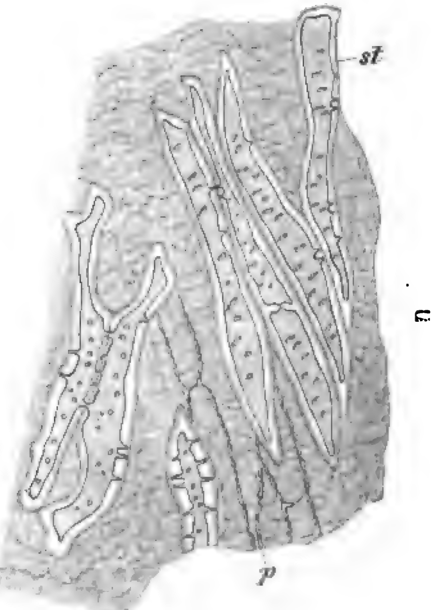


Fig. 115.
Samenhaut der Kaffeebohne. Nach Möller. Vergröss. 160.

Farbe und einem bitterlich-aromatischen Geschmacke; an beiden Eigenschaften ist das beim Rösten entstandene Karamel in erster Linie schuld. Coffeïn fehlt den genannten Präparaten gänzlich; die Behauptung Hager's, dass die Lupinen coffeïnartig wirkende Alkaloide enthalten, ist noch nicht genügend erwiesen. Etwas Coffeïn enthält dagegen der Sakkakaffee (Seite 401), viel Coffeïn die Kolanüsse, die angeblich auch zur Kaffeefälschung dienen. Neben den genannten Surrogaten kommt wenigstens noch ein Dutzend anderer nach den Büchern zur Verwendung.

Untersuchung der Surrogate.

Alle Kaffeesurrogate färben durch ihren starken Karamelgehalt kaltes Wasser, alle geben sie an kochendes Wasser reichlich Extraktivstoffe ab, besonders Zucker und braune bittere Röstprodukte desselben.

Chemisch.

Die Bestimmung der Extraktivstoffe nach Trillich wird so ausgeführt: 10 g Surrogat (lufttrocken) werden in einem Becherglas mit Glasstab mit 250 cbcm Wasser übergossen, das Gesammtgewicht wird auf 0,1 g genau festgestellt, dann wird unter Ersatz des verdampfenden Wassers erwärmt und vom Aufwallen an eine Viertelstunde lang gekocht. Hierbei ist besonders zu beachten, dass die Flüssigkeit beim ersten Wallen nicht überschäumt, später wird das Kochen völlig ruhig. Nach dem Erkalten bringt man auf das ursprüngliche Gewicht, mischt, filtrirt und bestimmt das spec. Gewicht des Filtrats mittelst der Westphal'schen Wage (oder eines Pyknometers) bei 15°. Aus der Schultze'schen Extrakttabelle (Tabelle XIII) liest man den Extraktgehalt der Lösung in Gewichtsprozenten ab = x, und berechnet nun a den Extraktgehalt des Surrogats, dessen Wassergehalt c man besonders bestimmte nach der Formel: $a = x \frac{(250 + c)}{100 - x}$. Trillich fand so im Durchschnitt für Cichorien 70,7%, für Feigenkaffee 73,5, für Gerstenkaffee 65% Extrakt; dagegen für Sakkakaffee nur 20 und für echten Kaffee ca. 25%.

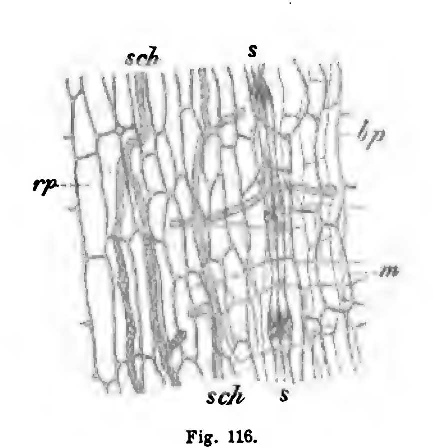


Fig. 116.
Milchsaftgefässe der Cichorie.
Vergröss. 160.

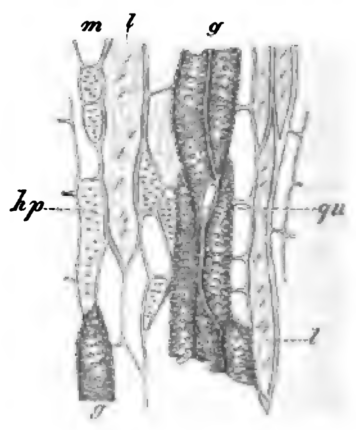


Fig. 117.
Tüpfelgefässe der Cichorie.
Vergröss. 160.

Nach Möller.

Mikroskopisch.

In Cichorien findet man leicht die dicht mit quergestreckten behöften Tüpfeln versehenen Gefässe (Fig. 117 *g*), ohne Schwierigkeit meist auch die schlauchförmigen verzweigten Milchsaftgefässe (Fig. 116 *sch*); Tüpfelgefässe zeigen auch die verschiedenen Rübenarten, Milchsaftschläuche und isodiametrische Steinzellen der Feigenkaffee. Auch die Gewebe der Getreidekörner, namentlich die wellig begrenzten kieselsäurereichen Zellen der Gerstenspelzen, sind leicht zu unterscheiden; die Leguminosen sind durch die Pallisadenzellen ihrer Samenschale charakterisirt u. s. f.

Nicht mehr als Surrogate (da ihren Auszügen jede Aehnlichkeit mit Kaffee fehlt), sondern nur als Fälschungsmittel derselben können betrachtet werden: Dattelkerne, Holz, Torf, Lohe u. dergl., die dem Geübten meist die mikroskopische Untersuchung ohne besondere Schwierigkeit entdeckten. Fälschung d. Surrogate.

§ 360. Nach dem Gesagten ist die Thatsache eines Surrogatzusatzes zum gemahlenen Kaffee meist nicht allzu schwer zu konstatiren. Die Vorprobe, Braunfärbung des kalten Wassers beim Aufstreuen des Kaffeepulvers, giebt zwar beim glasirten Kaffee (siehe oben) auch ein positives Resultat, auch dürfte derselbe hohe Extraktausbeute liefern wie die Surrogate [1]); das Mikroskop wird aber bei Anfertigung von Vergleichspräparaten eine Fälschung mit fremden Pulvern kaum übersehen lassen. Was für Surrogate zugesetzt sind, ist natürlich nur an der Hand der Lehrbücher der Mikroskopie der Nahrungsmittel und nur für den Erfahrenen sicher zu entscheiden. Schwierigkeit des Surrogatnachweises.

Weder von echtem Kaffee noch von einem seiner Surrogate sind bisher bei zweckentsprechender Verwendung gesundheitsschädliche Wirkungen hervorgetreten. Eine Beurtheilung des Werthes der einzelnen Kaffeesorten ist vom Hygieniker nicht zu geben, weil darüber die Laboratoriumsuntersuchung zu wenig aussagt. Dass havarirter Kaffee, Kaffee mit künstlich erhöhtem Wassergehalte, steinhaltiges Produkt minderwerthig, gefärbte u. s. w. Ware unter Umständen unappetitlich, ja gesundheitsschädlich ist, versteht sich von selbst. (Vergl. Gebrauchsgegenstände.) Beurtheilung von Kaffeefälschungen.

Die Surrogate entbehren mit geringen Ausnahmen (s. oben) des Coffeïns und Coffeons, sind also nicht im Stande, anregend zu wirken; für den, der ihren Geschmack liebt, stellen sie unschädliche Genussmittel dar. Von einem Nährwerthe zu sprechen, ist übertrieben, denn die geringen Mengen Zucker und sonstiger Extraktivstoffe, die sich in einigen Tassen Surrogatkaffee befinden, verschwinden vollkommen gegen den Nahrungsbedarf des Organismus. Ob einzelne der coffeïnfreïen Surrogate werthvoller sind als die anderen, ist nicht nach hygienischen Gesichtspunkten zu entscheiden. Unappetitliche, sandhaltige, verschimmelte Präparate sind natürlich zu beanstanden; auf Gehalt an Schimmelpilzen ist event. mit dem Plattenverfahren zu untersuchen. Beurtheilung der Surrogate.

3. Kakao und Chokolade.

§ 361. Der Kakaobaum (Theobroma Cacao und Verwandte), besonders im tropischen Amerika in weitem Umfange kultivirt, trägt in gurkenartigen Früchten ansehnliche Samen, die, nachdem sie meist gerottet sind (d. h. eine eigenthümliche Kakaobohnen.

---

[1]) In zweifelhaften Fällen wird auch der Aetherextrakt bestimmt: Kaffee liefert, im Soxhlet'schen Apparat erschöpft, etwa 15—16%, gegenüber den 1—3% der Surrogate; echter gebrannter Kaffee schwimmt auf dem Wasser, was Surrogate nur thun sollen, wenn sie künstlich gefettet sind (Kornauth). Der Aschengehalt reinen Kaffee's beträgt nicht über 4% der Trockensubstanz, bei gebrannter Cichorie 4, bei gebrannter Feige 5%.

Fermentation durchgemacht haben), verschickt und weiter verarbeitet werden. Die Samen werden leicht geröstet, entschält und fein gemahlen; das in Formen gepresste Produkt heisst „Kakaomasse". Letztere enthält nach Zipperer etwa 50% Kakaofett, 4—8% Wasser, ca. 10% Stärke, 7—8% Gerbsäure und Zucker, 2,9—4,8% Asche (nach Weigmann im Mittel 3,56%); der Rest besteht aus Proteïnstoffen und Cellulose. Theobromin ist zu 0,5% nach Zipperer vorhanden, nach Weigmann bis 1,7%. König berechnet 1,63 als Mittel. Aus der Kakaomasse entstehen die beiden Hauptkakaofabrikate:

Kakaomasse.

Puderkakao.

1. Kakao, Puderkakao. Durch warmes Pressen entzieht man fast die Hälfte des Fettes; es bleibt ein Produkt mit etwa 30% Fett zurück. Durch Erhitzen der erhaltenen Masse mit Pottasche oder Soda unter etwas Magnesiazusatz (vorschriftsmässig bis 2%, faktisch aber oft bis 5% der Masse) wird der holländische aufgeschlossene oder lösliche Kakao erzeugt.

Holländischer Kakao.

Chokolade.

2. Chokolade. Durch Zusatz von Rohrzucker (bis 60—65%) und (bis 1%) Gewürzen (Vanille, Vanillin, Zimmt, Nelken etc.) zur nichtentfetteten Kakaomasse wird Chokolade erhalten.

Die Chokolade soll nach Abzug des Zuckers nicht unter 40 und nicht über 50% Fett enthalten, nicht mehr als 3,56% Asche (im Durchschnitte 2,13%). Der Wassergehalt beträgt nur etwa 2%.

Fälschungen.

Fälschungen des Kakao und seiner Präparate sind in neuerer Zeit seltener geworden. Die häufigsten sind:

Schalen.

1. Verwendung der gemahlenen, sehr minderwerthigen Schalen der Kakaobohnen, die durch ihre gewöhnliche Beschmutzung mit Erde oft erheblich die Asche vermehren. Aschengehalt der Schalen 7—13%.

Braune Pulver.

2. Zuweilen werden die verschiedensten braunen Pulver: pulverisirte Rinden, Ziegelmehl, Staub, Eisenoxyd, besonders aber Stärke anderer Pflanzen den Kakaopräparaten zugesetzt.

Fremde Fette.

3. Gelegentlich soll man der Kakaomasse durch Auspressen etwas von dem Kakaofette entziehen und in der Chokolade durch billigeres Hammelfett ersetzen, oder man setzt der Chokolade, um Stärke hineinverarbeiten zu können, Kakaobutter oder Hammelfett zu. Auch das Kokosfett und Dikafett (von Mangofera gabonensis) dienen als Zusatz.

Untersuchung.

Die Untersuchung der Kakaopräparate dürfte kaum je Sache des Arztes oder Hygienikers sein; die Chemiker machen diese Untersuchungen im wesentlichsten nach den allgemeinen Methoden von Seite 250 u. folg.

Die Untersuchung auf Fälschungsmittel wird theils durch Aschenanalyse gemacht (vergl. auch Gewürze), theils wird der Aetherextrakt nach Verjagung des Aethers auf seinen Schmelzpunkt untersucht (Kakaofett schmilzt bei 30, Kokosfett bei 26—27, Dikafett bei 31, Hammelfett bei 46—50°); die mikroskopische Untersuchung enthüllt die Anwesenheit der Schalen und fremder Stärkesorten. Die Schalen besitzen neben anderen charakteristischen Elementen massenhafte Gefässbündel mit Spiralgefässen, während solche in den reinen

Samen nur spärlich vorkommen. Die Kakaostärke besteht aus sehr kleinen, runden, in der Mitte mit einer leichten Delle versehenen Körnchen; die etwa zugesetzte Weizen- oder Kartoffelstärke ist nach Seite 385 leicht zu erkennen; die Körner sind schon ausserordentlich viel grösser.

Beurtheilung. Beurtheilung. Bisher hat meines Wissens niemals ein Kakaopräparat direkt schädlich gewirkt; Zusatz von Mineral- oder sonstigen werthlosen Pulvern ist ekelhaft und vermindert ebenso wie Schalenzusatz den Nährwerth; Hammelfettzusatz erscheint mir ebenfalls ekelhaft — sein Nährwerth unterscheidet sich von dem des Kakaofetts wegen seines hohen Schmelzpunktes nicht unwesentlich. Gegen Kokosfett ist vom hygienischen Standpunkt nicht viel einzuwenden.

Die höchst anerkennenswerthen Bestrebungen des Vereins der deutschen Chokoladefabrikanten sowie die gewaltige Konkurrenz haben sehr dazu beigetragen, bei Kakao und Chokolade eine wohlthuende Garantie für reine und appetitliche Ware zu schaffen. Ein event. Stärkezusatz zu den billigen Sorten muss durch Uebereinkommen der Vereinsmitglieder in Gewichtsprozenten auf der Umhüllung deutlich angegeben werden.

4. Tabak.

Tabak. § 362. Die Blätter verschiedener Nicotianaarten werden, an der Luft schwach getrocknet und hierauf zu Haufen geschichtet, Fermentationsprozessen unterworfen. Die fermentirten Blätter werden theils ohne weitere Präparation zu Cigarren und Schnittabak (Rauchtabak) verarbeitet, theils werden sie mit gewissen Saucen versetzt (meist zuckerhaltigen gewürzten Pflanzenextrakten) und zu Schnupftabak und Kautabak verarbeitet. Oefters werden auch Schnitttabake durch Sauciren „verbessert“, Deckblätter oder fertige Cigarren braun gefärbt u. s. w.

Bestandtheile. Es ist noch kaum bekannt, welche Substanz im Tabak seinen Werth als Genussmittel bedingt — neben dem Nicotin kommen noch Nicotianin (Tabakskampfer), Harze, Ammoniak und substituirte Ammoniake und namentlich die starkriechenden „Fermentöle“ in Frage. Beim Rauchen saugen wir theils Verbrennungs-, theils Destillationsprodukte der Tabakblätter ein — ein äusserst komplizirtes Gemenge, in dem das Nicotin zurücktritt (von Eulenberg und Vohl gar nicht gefunden, von Heubel aber sicher nachgewiesen). Man hat bisher ausser demselben im Rauch namentlich isolirt: Nicotianin, Pyridin, Piccolin, Lutidin, Collidin, Schwefelwasserstoff, Blausäure, Essigsäure und Kohlensäure, endlich Kohlenoxyd.

Nach dem gesagten darf es uns nicht wundern, dass eine chemische Untersuchung kaum etwas über den Genussmittelwerth eines Tabaks entscheidet; zudem ist auch noch der Geschmack der einzelnen Raucher ein ausserordentlich verschiedener.

Nicotingehalt. Der Nicotingehalt schwankt bei den einzelnen Tabaksorten nach Varietät, Bodenbeschaffenheit und wohl auch Zubereitungsweise ganz enorm: Ohio soll 0,68, Kentucky 4,5 % Nicotin enthalten. Die feineren Sorten sind oft nicotinarm.

Beurtheilung.

Im übrigen sind bei der Untersuchung und Beurtheilung des Tabaks folgende Punkte besonders in's Auge zu fassen:

Fremde Blätter.

1. Zu Tabak sollen alle möglichen Blätter zugesetzt werden (von der Rübe, Nuss, Kartoffel u. s. f.), doch scheint wenigstens die Häufigkeit dieser Fälschungen in älteren Büchern stark übertrieben dargestellt. Der Zusatz ist ähnlich wie bei Thee durch makroskopische, namentlich aber mikroskopische Untersuchung der in Wasser gut aufgekochten event. mit Kalilauge durchsichtig gemachten Blätter an Hand von Möller's Buch mit Zuhilfenahme von Vergleichspräparaten der wichtigsten Blätter zu führen; ich konnte in München in 5 der billigsten Tabaksorten (aus Winkelgeschäften) keine fremden Pflanzentheile nachweisen, nur enthalten natürlich die billigeren Tabaksorten viel mehr Rippen.

Die hygienische Beurtheilung solcher Blätter muss meist lauten, dass von einer gesundheitsschädlichen Wirkung des Rauches derselben nichts bekannt ist, doch wird natürlich jeder Zweifel an der Unschädlichkeit (z. B. bei Kartoffelkraut) in dem Urtheil als Verdacht der Gesundheitsschädlichkeit zum Ausdruck kommen. Giftiger wie der Rauch der Tabakblätter dürfte übrigens nicht leicht der von irgend einem Surrogate sein.

Färbungen, Beizen und sonstige Zusätze.

2. Die verschiedenen Färbungen und etwaigen sonstigen Zubereitungen des Rauchtabaks und der Cigarren haben kaum hygienische Bedenken, ebensowenig die gewöhnliche Schnupftabakherstellung, wenn letzterer auch in weit höherem Maasse mit verschiedenartigen Saucen gebeizt, einer längeren Fermentirung unterworfen und mit Geruchstoffen versetzt wird. Dagegen sollen beim Schnupftabak häufig alle möglichen fremden Zusätze Anwendung finden: Holzpulver, Glaspulver, ja Niesswurzpulver, von denen namentlich die beiden letzteren vom hygienischen Standpunkte aus zu verdammen sind, da sie in unerwünschter Weise heftig reizend wirken können.

Blei.

3. Durch Schnupftabak sind in Folge von Umhüllung mit Bleifolien eine ganze Reihe schwerer Bleivergiftungen bekannt geworden. Offenbar in Folge seines Säuregehaltes nahm der Tabak schon bis $2^1/_2$ % Blei auf. — Ueber Zinnvergiftungen durch Schnupftabak hört man nichts.

5. Gewürze.

Gründe für die Beschränkung dieses Abschnittes.

§ 363. Die Untersuchung der einzelnen Gewürze auf Handelswerth und Reinheit ist Aufgabe des Nahrungsmittel- resp. Handels-Chemikers. Der chemische, besonders aber der mikroskopische Theil der Untersuchung erfordert häufig nothwendig eingehende selbständige Studien; Droguenkenntniss ist nicht selten daneben zu einem sicheren Urtheile nöthig. Ich muss mich hier mit einigen orientirenden Bemerkungen und dem Hinweise auf die Fachlitteratur begnügen, denn wenn irgendwo, so kann hier nur die eingehendste Darstellung wirklich

Uebersicht über die wichtigsten Gewürze.

fördern. Die wichtigsten zur Zeit üblichen Gewürze[1]) sind für uns:

---

1) Es sind hier nur die in getrocknetem resp. sonst konservirten Zustande bei uns im Handel befindlichen Arten berücksichtigt, nicht die grünen Suppengewürze etc.

1. Blätter: Lorbeer (Laurus nobilis).

2. Blüthen und Blüthentheile:

Gewürznelken = Blüthenknospen des Gewürznelkenbaumes (Caryophyllus aromaticus),

Kapern = Blüthenknospen des Kapernstrauches (Capparis spinosa).

Safran = Narben von Crocus sativus,

3. Früchte und Samen:

Vanille = Fruchtkapseln (sog. Fruchtschoten) der Orchidee Vanilla planifolia,

Pfeffer = Früchte des Pfefferstrauches (Piper nigrum). Die unreif getrockneten Früchte liefern den schwarzen Pfeffer; reife Früchte, die ihrer äusseren Fruchtschale beraubt sind, den weissen Pfeffer.

Paprika = Früchte mehrerer Arten von Capsicum, namentlich Capsicum annuum; hierher auch Cayennepfeffer.

Piment = Früchte des Pimentmyrtenbaums (Pimenta officinalis) = Englisches Gewürz, Neugewürz.

Muskatnuss = Samen des Muskatnussbaums (Myristica fragrans). Als Macis wird der Samenmantel der gleichen Pflanze verwendet.

Anis = Früchte von Pimpinella Anisum.	Aus der Familie der Umbelliferen.
Fenchel = Früchte von Foeniculum officinale.	
Kümmel = Früchte von Carum Carvi.	
Koriander = Früchte von Coriandrum sativum	

Senf = Früchte von Sinapis alba (weisser Senf) und Brasica nigra (Schwarzer Senf).

4. Rinden:

Zimmtrinde von Cinnamomum ceylanicum und Cin. Cassia.

Seltener verwendet werden bei uns:

Zimmtblüthen (Blüthen des Zimmtbaums), Mutternelken (unreife Früchte des Gewürznelkenbaumes), Sternanis (Früchte von Illicium anisatum), die Wurzelstöcke von verschiedenen Gewürzlilien (Zingiberaceen) so: Ingwer, Galgant, Zittwerwurzel, sowie die Früchte ähnlicher Pflanzen, die Kardamomen.

Fälschungen und Verunreinigungen der ganzen ungemahlenen Gewürze[1]) sind meist leicht zu erkennen. Stiele, leichte Körner, Sand etc. fallen beim Auslesen einer Portion leicht auf, ebenso Verschimmelung, muffiger Geruch etc. Hygienisch interessant sind etwa folgende speziellen Punkte. Ungemahlene Gewürze.

1. Safran. Da echter Safran pro Kilo etwa 240 Mark kostet, wird er in gewaltigen Dimensionen gefälscht. Ganzer Safran lässt schon beim Auf- Safran.

[1]) Beim Safran scheint es zweckmässig, gleich auch die Verfälschungen des gemahlenen Gewürzes mit zu behandeln.

weichen in Wasser den charakteristischen Bau der tutenförmigen Narben des Crocus erkennen, die in gut erhaltenen Exemplaren zu 3 auf den Griffel sitzen. Gemahlener Safran ist meist gefälscht (Kayser fand unter 127 Sorten 114 gefälschte!), aber sogar ganzer Safran wird sehr oft mit den verschiedensten Zusätzen versehen. Der Zusatz der gelben unschädlichen Blüthen der Ringelblume (Calendula) und der Färberdistel = Saflor (Carthamus tinctorius) wird durch das Mikroskop leicht erkannt; man verwendet am besten in Wasser ausgekochtes Material. Safran auf Wasser geworfen färbt dasselbe, während Calendula, Saflor und manche der mit Anilinfarben gefärbten Präparate dies nicht oder schwach thun; durch heisses Wasser lässt sich allmählich echter Safran vollständig entfärben. Auf konzentrirte Schwefelsäure gestreut umgiebt sich jedes echte Safranfragment mit einem rein blauen, ziemlich rasch braun werdenden Hof, die meisten Surrogate geben schmutzig gelbbraune Farbe, Calendula wird grünblau. Kalilauge verfärbt Safran und Saflor nur wenig, Calendula wird charakteristisch gelbgrün.

Safran-fälschung.

Safranasche ist reinweiss bis grauweiss, Calendulaasche durch Mangangehalt intensiv grün, Carthamusasche durch Eisengehalt rothbraun. Safranasche hat 13,53, Safloreasche 2%, Calendula 0,37% Phosphorsäure (Kuntze und Hilger).

Von den mannigfachen sonst schon gefundenen werthvermindernden vegetabilischen Zusätzen seien erwähnt: zarte Würzelchen, zerschnittene Crocusblumenblätter, Blüthen von Lyperia crocea (Kapsafran), Sandelholz, Kiefernborke, Mehl. Zur Verbesserung der Farbe finden die verschiedensten Farbstoffe Anwendung.

Künstliche Färbung.

Von letzteren ist schon: Dinitrokresolkalium, Aurantia, Viktoriagelb, Corallin, Pikrinsäure, Phenylamidoazobenzolsulfosäure gefunden worden (Hilger und Kuntze), von denen das erstgenannte, früher als „Safransurrogat“ im Handel, schon tödtliche Vergiftungen am Menschen hervorgerufen hat (vergl. Gebrauchsgegenstände). Die sonstigen Fälschungen haben bisher noch keine nachweislichen Gesundheitsstörungen im Gefolge gehabt.

Beschweren.

Zum Beschweren des Safrans hat man alle möglichen Pulver benutzt, nachdem man den Safran z. B. mit Zucker, Honig, Glycerin klebrig gemacht hatte — überhaupt ist Safranfälschung ein ganz unerschöpflich reiches Thema.

Kapern.

2. Die angeblich früher häufige Ersetzung von Kapern durch andere Blüthenknospen z. B. von Caltha palustris dürfte heute selten sein; sie ist für den Botaniker sehr leicht durch den Blüthenbau nachzuweisen und bisher noch nicht von hygienischer Bedeutung gewesen.

Vanille.

3. Vanille. Vanillefälschungen finden namentlich durch Substitution der werthvollen echten Schoten durch die minderwerthigen wilder Sorten statt; es sollen auch ausgezogene oder ihres Fruchtmarks beraubte Sorten, durch Perubalsam parfümirt und mit Benzoësäurekrystallen bestreut, in den Handel kommen. Durch letzteres Verfahren soll das geschätzte Aussehen mancher echter Sorten nachgeahmt werden.

Fälschung.

Giftige Vanille.

Die bekannte Thatsache, dass öfters nach Genuss von Vanille (namentlich Vanilleeis) schwere Vergiftungen vorkommen, die unter den Symptomen der Cholera nostras verlaufen, ist noch unerklärt. Mehrfach ist direkt nachgewiesen

dass nur der Gebrauch von Vanilleschote, nicht etwa ein Milchptomaïn oder Metallgift Krankheitsursache gewesen sein kann. Vergl. Fränkel, Berliner klin. Wochenschrift. 1873. Zwei Möglichkeiten liegen vor. Einmal wäre es denkbar, wie behauptet wird, dass Vanillepflanzen auf gewissen Giftbäumen (Jatropha Curcas) gewachsen, giftige Schoten liefern. Mir erscheint plausibler die Annahme, dass sich nachträglich zuweilen in der Vanilleschote ein Gift bilde, da ja alle Schoten, unreif gepflückt, eine Art Fermentirung durchmachen müssen. Bisher fehlt jedes Hilfsmittel, um eine giftige von einer ungiftigen Schote chemisch oder mikroskopisch unterscheiden zu können. Bei einer sehr merkwürdigen „Vanilleeisvergiftung" in Amerika konnte Vaughan die Anwesenheit von Tyrotoxikon und die Ungiftigkeit der Vanille darthun (Arch. für Hyg. VII.). — Beim Vanillismus der Vanillearbeiter ist eine Vanillinwirkung auf das Nervensystem mit einer Hauterkrankung durch Milben kombinirt.

Der Ersatz der Vanilleschote durch mit reinem (künstlichem) Vanillin versetzten Zucker (Vanillezucker) ist bisher meines Wissens nie von einer Vanillinvergiftung gefolgt gewesen und hygienisch durchaus zu billigen. Vanillin.

4. Die verschiedenen Vergiftungen mit Muskatnüssen scheinen nur auf dem Einnehmen unvernünftig grosser Dosen zu beruhen (z. B. schwere Vergiftung durch $1^1/_2$ Muskatnüsse). Muskatnuss.

Von einer besonderen Giftigkeit der ab und zu in den Handel gelangenden „wilden" Muskatnuss- und Macisarten ist mir nichts bekannt geworden.

5. Pfefferfälschungen durch künstliche Pfefferkörner aus Mehlteig, Pfefferabfall etc. mit Paprikazusatz sind in neuester Zeit wieder mehrfach vorgekommen. Pfeffer.

6. Die aromatischen ungiftigen Früchte des japanischen Illicium verum Hooker sind mehrfach mit den sehr ähnlich gebauten giftigen von Illicium religiosum verwechselt worden und haben zu Vergiftungen Anlass gegeben. Das Gewürz scheint ganz entbehrlich. Viel Litteratur hierüber: Jahresbericht für Pharmakogn. 1880 Seite 268, 1881/82 Seite 895 und 1888 Seite 72. Sternanis.

§ 364. Ueber die Reinheit von gemahlenen Gewürzen hüte sich der Nichtfachmann, ausser in eklatanten Fällen, ein Urtheil abzugeben. Namentlich die mikroskopische Untersuchung an der Hand von Spezialwerken wird den Erfahrenen oft zum Ziele führen, aber auch dem Geübten erwachsen oft grosse Schwierigkeiten in der Praxis, da ja der Fälscher immer neue und geeignetere, z. Th. noch ununtersuchte Substanzen aus allen Theilen der Welt zum Fälschen benutzen kann. Immer ist im Auge zu behalten, dass der Händler auch bei aller Sorgfalt keine absolut reine Waare liefern kann; einzelne fremde Pflanzenzellen, Stärkekörner, Fasern, Staub- und Sandtheilchen etc. werden sich in jedem Gewürze finden. Gemahlene Gewürze.

Dass die Fälschung auf diesem Gebiete planvoll betrieben wird, beweisen z. B. folgende Thatsachen. In Wien waren 1886 68 Proz. aller Gewürze verfälscht (Nevinny), am reinsten war der Paprika (20,5 Prozent Fälschungen), sehr unrein Zimmt und Pfeffer (mit 79 resp. 86 Prozent Fälschungen), von Nelken waren gar 100 Prozent gefälscht. Als Fälschungmittel dienten: Umfang der Fälschung.

Cerealienmehl	49 mal,	Sandelholz	3 mal,
Polenta allein	42 „	Palmenkerne	7 „
Polenta u. a. Substanz	55 „	Leguminosen	10 „
Hirse allein	23 „	Kartoffelstärke	1 „
Hirse mit anderen	27 „	Reismehl	1 „
Birnen allein	8 „	Dattelkerne	1 „
Birnen mit anderen	14 „	Mutternelken	1 „
Brot allein	9 „	Mandelkleie	2 „
Brot mit anderen	8 „	Nelkenstiele	2 „

Matta.

Seit den letzten Jahren bestehen besondere Fabriken, namentlich in Oesterreich, die unter dem Namen **Matta** aus getrockneten Birnen, Kleie, verschiedenen Hirsearten, brandiger Gerste und anderen minderwerthigen gewiss oft ekelhaften Ingredienzien Pulver herstellen, die mit Mineralpulvern gefärbt und beschwert (Schwerspat, Calciumkarbonat, Bleichromat), einen besonderen Handelsartikel bilden; es giebt verschieden gefärbte Sorten: Pfeffermatta, Cassiamatta, Pimentmatta, die zu $^{1}/_{7}$—$^{1}/_{15}$ des Preises der echten Ware in den Handel gelangen.

Beimischung von Abfall.

Eine andere beliebte Fälschung ist es, den Schmutz, die Stiele, die leichten Körner etc. die man beim Reinigen der guten Ware erhalten hat, wieder anderen zum Vermahlen bestimmten Proben absichtlich zuzusetzen.

Aschenbestimmung.

Eine auch dem Ungeübten zugängliche wichtige Kontrolle der Reinheit der Gewürze liefert eine kunstgerechte Aschenbestimmung (Seite 251). Alle Mineralpulverzusätze, Verwendung schmutzigen ungereinigten Materials und die Verwendung von einer Anzahl von Surrogaten werden schon durch die Aschenbestimmung erkannt oder doch wahrscheinlich gemacht.

Beschlüsse der bayer. Chemiker.

Die 9. Versammlung bayer. Chemiker nahm 1890 folgende Resolutionen hierüber an:

1. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Gewürze müssen die staubfeinen Theile zunächst von den gröberen mittelst eines entsprechenden Siebes getrennt werden. Von den gröberen Theilen sind, soweit möglich, mikroskopische Schnitte anzufertigen und zu untersuchen. Mindestens sechs einzelne Proben sind dem vorliegenden Materiale zu entnehmen und der mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen.

Die Anfertigung von Dauerpräparaten bei verfälschten oder nicht marktfähig befundenen Waren ist zum Zwecke der Verwendung als corpus delicti dringend nothwendig.

2. Bei der Feststellung des Gehaltes an Mineralbestandtheilen (Asche) empfiehlt sich, je nach dem Resultate der mikroskopischen Untersuchung ein Schlemmprozess.

3. Geringe Beimengungen vereinzelter Stärkekörner des verschiedenartigsten Ursprunges bei den gemahlenen Gewürzen beeinträchtigen noch nicht die Marktfähigkeit der betreffenden Ware. Safran, welchem vereinzelte Gewebselemente vom Griffel, den Blättern, der Blüthe oder anderen Theilen der Safranblüthe beigemengt sind, ist noch als marktfähig zu bezeichnen, nicht zu beanstanden.

Die beobachtete Beimengung kleiner Mengen Gewebstheile von Nelkenstielen bei Nelken lässt die Ware ebenfalls noch marktfähig.

4. Als reine Ware soll bei der Prüfung der gemahlenen Gewürze nur jene Ware bezeichnet werden, welche vollkommen frei von jeder Beimengung gefunden wird.

5. Als höchste Grenzzahlen des Aschegehaltes bei der Beurtheilung als marktfähige Ware sind festzustellen für:

	Mineralbestandtheile: Asche:	In Salzsäure unlöslich:
Schwarzer Pfeffer	6,5 Proz.	2,0 Proz.
Weisser Pfeffer	3,5 „	1,0 „
Zimmt	5,0 „	1,0 „
Nelken	7,0 „	1,0 „
Piment	6,0 „	0,5 „
Muskatblüthe (Macis)	2,5 „	0,5 „
Muskatnuss	5,0 „	0,5 „
Safran	8,0 „	0,5 „
Ingwer	8,0 „	3,0 „
Kümmel	8,5 „	2,0 „
Fenchel	10,0 „	2,0 „
Kardamomen	10,0 „	2,0 „
Anis	10,0 „	2,0 „
Majoran	10,0 „	2,0 „
Paprika	5,0 „	0,5 „

Sämmtliche Zahlen beziehen sich auf lufttrockene Ware.

Beurtheilung der Gewürzfälschung.

Die Beurtheilung aller dieser Fälschungen und Nachlässigkeiten vom hygienischen Standpunkte muss lauten: Ist auch bisher selten eine Gesundheitsgefährdung von solchen Manipulationen nachgewiesen, so wird doch einmal die physiologische Wirkung der Gewürze — die eine wichtige Rolle in unserem Ernährungshaushalte spielen — wesentlich abgeschwächt, eventuell sogar verändert (z. B. beim Ersatz von Pfeffer durch paprikahaltiges Mehl). Zweitens ist jeden Augenblick die Möglichkeit vorhanden, dass auch schädliche Surrogate von der wenig wählerischen Industrie verwendet werden, wofür Dinitrokresolkalium, Bleichromat, brandige Getreidekörner jetzt schon als Beispiele angeführt werden können. Endlich ist es ekelhaft, statt reiner Gewürze Schmutz aller Art zu geniessen. Diese Motive genügen, um auch von dem hygienischen Standpunkte aus gegen jede Gewürzfälschung im Prinzip Stellung zu nehmen.

Litteratur.

Neben der unter „Nahrungsmittel“ aufgeführten Seite sei noch erwähnt:

Ueber alle Stoffe dieses Abschnitts handelnd:

Bell, J. Die Analyse und Verfälschung der Nahrungsmittel. Bd. I und II. Uebersetzt von Mirus und Rasenack. Mit Holzschnitten. Berlin 1881 und 1884.

Die entsprechenden reich illustrirten Artikel in Dammer's Lexikon der Verfälschungen, die von hervorragenden Fachleuten verfasst, sind z. B.:

Weigmann. Kaffee, Kakao.
Hanausek, T. F. Pfeffergewürze, Muskatnuss und Muskatblüthe, Safran, Thee u. s. f.
Kissling. Tabak.

Thee und Kaffee:

Kornauth, C. Beiträge zur chemischen u. mikroskop. Untersuchung des Kaffee und der Kaffeesurrogate. Mit 13 Tafeln. München 1890.

Trillich, H. Die Kaffeesurrogate. Hygien. Tagesfragen V. München 1889.

Kakao:

Zipperer, P. Untersuchungen über Kakao und dessen Präparate. Preisgekrönte Schrift. Hamburg und Leipzig 1887.

Filsinger, F. Die chemische Untersuchung der Kakaoerzeugnisse. Correspond. des Verbands deut. Chokoladefabrik. 1889. Referat in Chem. Zeitg. 1889. Rep. S. 308.

Tabak:

Wagner. Handbuch der Tabaks- und Cigarrenfabrikation. 5. Aufl. Weimar 1888.

von Babo. Der Tabaksbau. 3. Aufl. Berlin 1882.

Nessler. Der Tabak und seine Bestandtheile. Mannheim 1867.

Gewürze:

Röttger, H. Kritische Studien über die chemischen Untersuchungsmethoden der Pfefferfrucht zum Zwecke der Beurtheilung der Reinheit. Arch. f. Hyg. IV und IX.

Kuntze und Hilger. Zur Kenntniss des Safrans und seiner Verfälschungen. Arch. f. Hyg. VIII.

Reiche hierher gehörige Mittheilungen bringen auch die: Arbeiten aus dem Hilger'schen Institute in Erlangen, die seit kurzem in Heften bei Rieger in München erscheinen; die Arbeit von Kornauth ist z. B. ein Separatabdruck daraus.

XIII. Abschnitt.

Das Bier[1]).

§ 365. Die Bereitung des Bieres vollzieht sich in ihren Grundzügen folgendermassen: Bierbereitung.

Man weicht Gerste einige Tage in Wasser, breitet sie dann in kühlen Räumen aus und lässt sie keimen. Dabei bildet sich das Ferment Diastase und aus der Stärke etwas Maltose und Dextrin. Das so erhaltene Grünmalz wird in luftigen Räumen getrocknet („Luftmalz"), letzteres in heissen Trockenkammern mehr oder weniger „gedarrt" („Darrmalz") und von den Blattkeimen und Würzelchen befreit. „Farbmalz" wird durch stärkeres Rösten von Darrmalz erhalten. — Beim Darren ist ein weiterer Theil der Stärke in Dextrin übergegangen und sind Röstprodukte gebildet; die Diastase hat wenig gelitten.

Nun folgt eine Infusion des geschroteten Malzes mit heissem Wasser und dabei Verwandlung der Stärke in Maltose; die verschiedenen Brauverfahren leiten diese Procedur in verschiedener Weise. Die grosse Menge Diastase des Malzes gestattet auch ungemalztes Getreide, z. B. geschroteten Weizen, Reis etc. zur Vermehrung des Maltosegehalts zuzusetzen. Schliesslich resultirt eine braune süssliche Flüssigkeit, die „Würze", die nun mit Hopfen aufgekocht („gehopfte Würze"), von ausgeschiedenen Eiweissflocken abfiltrirt, möglichst rasch gekühlt und in die kalten Gährkeller (3—4^{0}) gepumpt wird. Hier wird durch Zusatz von Hefe eine ziemlich rasch verlaufende Alkoholgährung auf Kosten der Maltose eingeleitet. Nachdem die Hauptgährung vorüber, zieht man das „Jungbier" sorgfältig klar von der sich zu Boden setzenden Hefe ab, füllt es in Lagerfässer, in denen es im ca. 1^{0} warmen Lagerkeller eine langsame Nachgährung durchmacht. Ist auch die Nachgährung vorüber, so verspundet man die Fässer und lässt die Hefe sich absetzen (Fassgeläger).

Aus dem Malz nimmt das Bier: Maltose, Dextrin, Eiweisskörper und Salze, aus dem Hopfen Harze, Gerb- und Bitterstoff auf; die Gährung lässt neben

---

1) Hier ist stets „Braunbier", untergähriges Bier gemeint, über Weissbier s. S. 429.

Alkohol und Kohlensäure etwas Glycerin und Bernsteinsäure auftreten und die Salze des zur Herstellung verwendeten Wassers finden sich auch wieder. Immer ist auch — offenbar durch Spaltpilzgährung — die Anwesenheit von etwas Milch- und Essigsäure zu konstatiren.

Malzaufschlaggesetz in Bayern.

In Bayern darf Bier (Braunbier) überhaupt durch ein am 18. Mai 1868 neuerdings formulirtes Gesetz nur aus Gerstenmalz, Hopfen und Wasser unter Verwendung von Hefe bereitet werden. Da der „Malzaufschlag", eine ziemlich hohe vom Hektoliter verarbeiteten Gerstenmalzes erhobene Steuer, in Bayern eine wichtige Staatseinnahme darstellt, so wird jede Verwendung von Gerstenmalz sparenden Surrogaten (Weizenschrot, Weizenmalz, Reis, Stärke, Zuckerarten etc.) oder von fremden Zusätzen überhaupt schon als Steuerdefraudation bestraft, ohne Rücksicht darauf, ob ein Verstoss gegen das deutsche Nahrungsmittelgesetz oder die Anforderungen der Hygiene vorliegt. Im Folgenden wird uns diese steuerpolitische Frage natürlich nicht beschäftigen.

A. Untersuchung des Bieres.

Wichtigste Bestimmungen im Bier.

§ 366. Die wichtigsten im Biere auszuführenden Bestimmungen (immer ausgedrückt x g in 100 g Bier) sind:

1. Bestimmung des specifischen Gewichtes bei 15°.

2. Bestimmung des Alkoholgehalts = A.

Extrakt. Extraktrest.

3. Bestimmung des Extrakts = E. Extrakt nennt man die Summe der nichtflüchtigen Bestandtheile; man bezeichnet diese Grösse auch als Extraktrest, weil sie den Rest der Extraktivstoffe der Würze vorstellt, der bei der Gährung nicht als Kohlensäure wegging.

Würzekonzentration.

4. Bestimmung der Würzekonzentration = e. Da bei der Gährung etwa 2 Gewichtstheile Zucker einen Theil Alkohol liefern, so lässt sich durch Verdoppelung des im Biere bestimmten Alkohols und Hinzuaddiren zum gefundenen Extrakt annähernd berechnen, wie viel Extrakt die Würze enthielt, ehe die Gährung begann. Wir finden z. B. in dem in den folgenden Seiten durchgeführten Beispiel 3,43 Proz. Alkohol und 7,64 Proz. Extrakt: $(3{,}43 \,.\, 2) + 7{,}64 = 14{,}50$. Diese Zahl wäre zur raschen Orientirung genau genug; jedoch sind wir im Stande nach der Formel $\frac{100\ (E + 2{,}0665 \,.\, A)}{100 + 1{,}0665 \,.\, A}$ das ursprüngliche Extrakt genau zu berechnen: $\frac{100\ (7{,}64 + 2{,}0665 \,.\, 3{,}43)}{100 + 1{,}0665 \,.\, 3{,}43} = 14{,}20$.

Vergährungsgrad.

5. Bestimmung des Vergährungsgrades (V). Man versteht darunter das Verhältniss der durch Gährung verschwundenen (in Alkohol und Kohlensäure verwandelten) Extraktmenge e — E zu der gesammten in der Würze enthaltenen e.

$$e : e - E = 100 : V.$$

$$V = \frac{100 \,.\, (e - E)}{e} = 100 \,.\, \left(1 - \frac{E}{e}\right).$$

In unserem Beispiel ist der Vergährungsgrad $100 \,.\, \left(1 - \frac{7{,}64}{14{,}2}\right) = 46{,}22$ oder von 100 Theilen in der Würze vorhanden gewesenen Extrakts sind erst 46,22 Theile vergohren.

1. Entnahme von Bierproben zur Untersuchung.

§ 367. Da das Bier, nicht lege artis entnommen, sehr rasch in einen total veränderten und unbrauchbaren Zustand übergeht, sind folgende Regeln zu beachten: **Entnahme von Bierproben.**

Bier wird in grüne[1]) neue Literglasflaschen (Weinflaschen, nicht Krüge), gefüllt. Letztere lagen vorher eine Stunde in kochendem Wasser, ebenso die Korke; dann lässt man die Flaschen sorgfältig auslaufen und erkalten, füllt aus dem Zapfhahn das Bier ein, verkorkt kunstgerecht und versiegelt. Das Bier soll sofort untersucht werden; bei jedem längeren Transport, namentlich in der Hitze, wird natürlich selbst so aufgefangenes Bier sich rasch etwas verändern. Zu einer Versendung im Sommer müssen die Flaschen mit Eis verpackt werden. Hilger versichert, dass nur schon verändertes (trübes) Bier sich merklich weiter verschlechtere, gutes leide kaum selbst bei ziemlich weitem Flaschentransport im Sommer ohne Eis.

Zur bakteriologischen Untersuchung wird Bier am besten mit Hilfe einer grossen sterilisirten Pipette aus dem Spundloch entnommen und dann ganz wie bei Wasser (S. 234) beschrieben in Kolben oder Fläschchen gefüllt und sofort weiter untersucht (Seite 421). Grosse Lagerfässer, bei denen das Spundloch schwer zugänglich ist, sind oder werden eigens seitwärts angebohrt und der feine herausdringende Strahl in sterilirten Gefässen aufgefangen.

2. Prüfung mit den Sinnen.

§ 368. Ein Bier ist entweder ganz klar (glanzhell) oder es zeigt mehr oder weniger deutliche Opalescenz — staubige Trübung, zarten Schleier, starken Schleier — ist die Durchsichtigkeit stärker vermindert, so spricht man von trübem Bier. **Prüfung mit den Sinnen.**

Die Ursachen der Trübung können sein:

1. Hefe oder Bakterien. Häufig beides gemischt, die häufigste Art Trübung. Das Mikroskop macht die Erkennung leicht, mit Hilfe von Zählplatten fand Wahl in glanzhellem Bier 5, in „feinem" Bier 18, in „staubig getrübtem" 82 Hefepilze pro Kubikcentimeter, Emmerich in „mässig hefetrübem" 3900. **Trübungen.**

2. Harze. Gelbliche Körnchen und Krümel mit zwischenliegenden Oeltropfen lösen sich unter dem Mikroskop in reichlichem Alkohol und leicht in Kalilauge. — Selten.

3. Eiweisskörper. Flockige Trübungen, die sich mit Jod gelb färben.

4. Stärke und Dextrine. Mikroskopisch kein klares Bild; durch das 5fache Volum Alkohol gefällt, auf einem Filter gesammelt, in wenig Wasser gelöst mit Jodjodkalium roth bis violett.

Die Prüfung des Geschmackes und Geruches ist wichtig. Saurer Geschmack (Stich) fordert zur Prüfung auf Essigsäure (Seite 420), Geschmack und Geruch nach schwefliger Säure, Schimmelgeschmack u. s. f. zur Prüfung in diesen Richtungen auf. **Geschmack.**

---

[1]) Einwirkung von Licht begünstigt die Bierzersetzung.

3. Specifisches Gewicht.

Specifisches Gewicht.

§ 369. Man schüttelt das Bier, um es von seiner Kohlensäure möglichst zu befreien, nachdem man es ungefähr auf die für das Wiegen festgesetzte Temperatur von 15° gebracht hat, in einem halbvollen Kolben kräftig durch und filtrirt es dann durch Watte um den Schaum zu entfernen. Das spec. Gewicht wird bis auf die 4. Stelle mit dem Pyknometer (Seite 19) oder der Westphal'schen Wage (Seite 20) bestimmt. — Aräometer sind nicht genau genug.

Pyknometer-aichung.

Als Pyknometer verwendet man (besser als die Seite 19 beschriebenen) ca. 50 cbcm Bier fassende lang- und enghalsige Fläschchen. Der Hals trägt eine feine Eintheilung, die das eingefüllte Volum sehr genau abzulesen gestattet, ohne das man genöthigt ist, jedesmal bis zu einer ganz bestimmten Marke das Pyknometer zu füllen. Vor der Verwendung hat man das Pyknometer zu aichen, indem man ermittelt, wie viel es leer wiegt, und welches sein Gewicht ist, wenn man es bis zu einigen Theilstrichen successive mit Wasser von 15° füllt.

Finden wir Pyknometer leer	= 11,4513,		
" " " voll bis zum Strich 0	= 60,9759,	Füllung allein	= 49,5246
" " " " " " " 20	= 61,1859,	" "	= 49,7346
" " " " " " " 54	= 61,5463,	" "	= 50,0950
" " " " " " " 60	= 61,6105,	" "	= 50,1592

Durch Interpolation lässt sich hieraus sehr leicht eine Tabelle entwerfen. Es ist z. B. die Differenz des Gewichtes bei Marke 0 und Marke 20 = 0,210, dies dividirt durch 20 ergiebt als ersten Theil der Tabelle:

Volum bei Marke 0 = 49,5246 cbcm
" " " 1 = 49,5246 + 0,0105
" " " 2 = 49,5246 + 2 . 0,0105 u. s. f.

Zwischen Marke 20 und 54 ist die Zunahme pro Theilstrich 0,0106 cbcm, zwischen 54 und 60 = 0,0107 cbcm.

Das Gewicht des leeren Pyknometers ist öfters zu kontrolliren, da dasselbe allmählich durch Auflösung von Glasbestandtheilen abnimmt.

Ausführung der Bestimmung.

Sowohl bei der Aichung als bei der Verwendung zur Bieruntersuchung kommt alles darauf an, dass die Flüssigkeiten genau 15° warm sind; man bringt dieselben möglichst genau auf diese Temperatur, stellt das Pyknometer vor dem Ablesen noch 1/4 Stunde in Wasser von 15° und liest es im Wasser stehend ab, wobei man bloss den Hals des Pyknometers mit den warmen Fingern berührt. Vor dem Abwiegen muss das Pyknometer aussen, und soweit etwa noch Feuchtigkeit über dem Wasserniveau im Halse hängt, auch innen sorgfältigst abgetrocknet werden; etwaige Volumänderungen dabei stören uns nicht, da das Volum abgelesen ist und das Gewicht sich nicht ändert.

Beispiel: Obiges Pyknometer bis zur Marke 41 wiegt voll Bier: 62,4790, enthält also 62,4790 — 11,4513 = 51,0277 g Bier. Nach der Tabelle fasst es bis zur Marke 49,9572 cbcm Wasser; das spec. Gewicht des Bieres ist also 51,0277 : 49,9572 = 1,0214.

4. Alkohol.

Alkoholgehalt.

§ 370. Man wiegt in einem gewogenen Kölbchen 75 cbcm Bier auf die zweite Decimale genau ab, giesst das Bier in den Destillirkolben, spült das Wägekölbchen mit etwa 10 cbcm Wasser nach und destillirt nun das Bier unter guter Kühlung in ein langhalsiges Pyknometer (von 50 cbcm) zu etwa $^2/_3$ ab. Das Kondensationsrohr des Kühlers ist in eine lange Spitze ausgezogen, dieselbe führt in einen Trichter, der im Pyknometerhals steckt. Die Destillation wird bei kleiner Flamme vorsichtig geleitet, um ein Ueberschäumen zu vermeiden; droht diese Gefahr, indem sich eine hohe Decke emporhebt, so entfernt man die Flamme bis sich der Schaum gelegt hat, dann kann man meist ruhig destilliren. Im schlimmsten Fall müsste man erkalten lassen, dann den Kolben öffnen und eine Messerspitze Tannin zusetzen, jetzt kann aber der Rückstand nicht mehr zur Extraktbestimmung verwendet werden.

Wenn die Flüssigkeit im Pyknometer in den Hals gestiegen ist, wird dasselbe $^1/_4$ Stunde in Wasser von 15° gestellt, das Volum abgelesen, dann abgetrocknet, gewogen, wie oben, und aus der Baumhauer'schen Tabelle (Tabelle XIV) der Alkoholgehalt ermittelt.

Beispiel: Kölbchen mit 75 cbcm Bier = 106,75 g, Kölbchen leer = 30,15 g, also verwendet 76,60 g Bier. — Es wurde das gleiche Pyknometer wie oben verwendet: bis zum Theilstrich 54 mit alkoholischem Destillat gefüllt, wog es 61,0840, also Destillat allein = 61,0840 - 11,4513 = 49,6327. Laut Korrektionstabelle enthält das Pyknometer bis zum Theilstrich 54 50,0950 Wasser, also beträgt das specifische Gewicht des Alkohols 49,6327 : 50,0950 = 0,99077. Nach Tabelle XIV entspricht dies einem Alkoholgehalt von 5,29 Gewichtsprozenten. Mit Rücksicht darauf, dass die 49,6327 g Destillat aus 76,6 g Bier stammen, beträgt nun der wirkliche Alkoholgehalt des Bieres: $\frac{49,6327 \cdot 5,29}{76,6} = 3,427$ Gewichtsprozenten.

5. Extraktbestimmung.

Extraktbestimmung.

In einem Kölbchen gewogene 75 cbcm Bier werden in einer Schale auf dem Wasserbade oder auf der Asbestplatte auf $^2/_3$ vorsichtig abgedunstet, mit destillirtem Wasser wieder in das Kölbchen gespült und auf das ursprüngliche Gewicht gebracht. Wenn vorher kein Tannin zugesetzt wurde, kann der bei der Alkoholbestimmung erhaltene Destillationsrückstand verwendet werden. Von dem so erhaltenen „entgeisteten" und gewässerten Biere bestimmt man wieder das spec. Gewicht und kann nun direkt den Extraktgehalt aus der Schulze-Ostermann'schen Tabelle (Tabelle XIII) in Gewichtsprozenten ablesen.

In obigem Beispiele würde man den Destillationsrückstand in das Kölbchen zurück giessen, nachspülen und soviel Wasser zusetzen, dass Kölbchen mit Inhalt wieder genau 106,75 g wiegen. Jetzt giesst man den Inhalt des Kölbchens in ein trockenes Becherglas aus, mischt hier und füllt wieder das oben benützte Pyknometer, nachdem man es mit dem entgeisteten Biere erst zweimal ausgespült hat. Die Ablesung ergebe z. B. Füllung bis zum 32. Theilstriche; laut Tabelle fasst das Pyknometer bis zu diesem Theilstrich 49,8618 g Wasser von 15°. Das Pyknometer wiegt leer 11,4513, mit dem entgeisteten Biere 62,7958 g. Das spec. Gewicht ist demnach $\frac{62,7958 - 11,4513}{49,8618} = 1,0297$; dies entspricht nach der Tabelle von Schultze-Ostermann einem Extraktgehalte von 7,6382 Gewichtsprozenten.

Säuregehalt.

6. Säure (Gesammtsäure, Kohlensäure, Essigsäure).

Reaktion.

§ 371. Jedes Bier reagirt naturgemäss durch die freien Säuren und sauren Salze, die es immer enthält, stets sauer. Es ist also verkehrt, ein Bier — wie es schon vorgekommen sein soll — als sauer zu beanstanden, weil es Lackmuspapier röthet.

Gesammtsäure.

Die Gesammtsäure wird nach Uebereinkommen so ermittelt, dass man aus 100 cbcm geschüttelten Bieres erst die freie Kohlensäure durch Erwärmen im offenen Becherglase auf 40° während 10 Min. austreibt, dann mit $^1/_5$ Normalbarytwasser titrirt, wobei man so lange mit dem Zusatz fortfährt, bis ein Tropfen Bier neutrales lila Lackmuspapier nicht mehr röthet. Die Bestimmung ist stets doppelt auszuführen, auf ein Kontrolllackmusstreifchen ist ein Tropfen destillirtes Wasser zu bringen, um die Farbe feuchten neutralen Lackmuspapiers zum Vergleiche zu benutzen.

Ausgedrückt wird die „Gesammtsäure" entweder durch die Zahl der cbcm Normallauge, die von 100 g Bier verbraucht wurden, oder als g Milchsäure in 100 g Bier. 1 cbcm Normallauge sättigt 0,09 g Milchsäure.

Haben also 100 cbcm 10,2 cbcm $^1/_5$ Normalbarytlösung verbraucht, so entspricht die Gesammtsäure, wenn das Bier ein specifisches Gewicht von 1,015 hat $\frac{10,2 \,.\, 0,09}{5 \,.\, 1,015}$ = 0,182% Milchsäure.

Essigsäure.

Wichtig ist es, die Anwesenheit anderer flüchtiger Säuren als der Kohlensäure darzuthun, namentlich kann zuweilen Essigsäure in grösseren Mengen nachgewiesen werden.

Man arbeitet mit dem Seite 254 abgebildeten Landmann'schen Apparat, in den Kolben a kommt lebhaft kochendes Wasser, in den Kolben b 100 cbcm Bier. In d sammeln sich die mit den Wasserdämpfen übergetriebenen flüchtigen Säuren. Zweckmässig ist es, durch den Kork von b noch ein hohes und nicht zu enges beiderseits offenes Steigerohr zu stecken, das in das Wasser eingetaucht und für den Fall, dass das Kochen des Wassers durch irgend einen Zufall nachlässt, eine Sicherung gegen Zurücksteigen des Bierkolbeninhalts gewährt.

Kohlensäure.

Zur (selten ausgeführten) Kohlensäurebestimmung bohrt man durch den Kork der Flasche ein durch einen Hahn verschlossenes, mit weiter kugelförmiger Auftreibung versehenes Messing- oder Glasrohr, öffnet nun behutsam nach und nach den Hahn und fängt die ausströmende Kohlensäure in Barytwasser (etwa nach Seite 206) auf. Später öffnet man den Hahn vollständig und erhitzt schliesslich den Flascheninhalt im Wasserbad. Es ist nothwendig, kleine Bierflaschen und grosse Barytvorlagen zu verwenden.

7. Glycerin.

§ 372. 50 cbcm Bier werden mit ca. 3 g Aetzkalk versetzt, zum Syrup eingedampft, dann mit ca. 10 g grob gepulverten Marmor oder Seesand vermischt, zur Trockne gebracht. Der ganze Trockenrückstand wird zerrieben in eine Kapsel von Filtrirpapier gebracht, diese in einen Extraktionsapparat eingeführt und 6—8 Stunden mit höchstens 50 cbcm starkem

Alkohol extrahirt. Zu dem gewonnenen, schwach gefärbtem Auszuge wird mindestens das gleiche Volumen wasserfreier Aether hinzugefügt, und die Lösung nach einigem Stehen in ein gewogenes Kölbchen abgegossen, oder durch ein kleines Filter filtrirt und mit etwas Alkoholäther nachgewaschen. Nach Abdunstung des Aetheralkohols wird der Rückstand im Trockenschrank bei 100—105° C. im lose bedeckten Kölbchen bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Bei sehr extraktreichen Bieren kann noch der Aschegehalt vom Glycerin bestimmt und in Abzug gebracht werden. Bei etwaigem Zuckergehalte des Glycerins ist derselbe nach Soxhlet zu bestimmen und in Abrechnung zu bringen.

8. Maltose, Dextrin, Stickstoff, Asche, Konservirungsmittel.

Maltose, Dextrin, Asche, Stickstoff.

Maltose (s. S. 264), Dextrin (S. 265), Stickstoff (S. 253), Asche (S. 251). Sehr langsames Verbrennen, Vermeiden einer hellen Rothglut ist absolut nothwendig. Auch zum Nachweis eines Natriumbikarbonatzusatzes ist die Aschebestimmung nöthig, Schweflige Säure (S. 276), Salicylsäure (S. 277).

9. Hopfensurrogate.

Hopfensurrogate.

§ 373. Die Seite 427 aufgezählten Stoffe sind nur für den selbständigen und kritischen Chemiker mit Erfolg aufzusuchen. Stets muss zur Kontrolle mit reinem Bier ein Parallelversuch gemacht werden. Dragendorff hat mit seinen Schülern die Methoden sehr sorgfältig ausgearbeitet. Originalmittheilung Dragendorff's hierüber bei Medicus, Nahrungsmittel, Seite 112. Hier kann nur zweierlei erwähnt werden:

Dragendorff's Methode.

1. Nach Dragendorff kann folgendermassen zuweilen eine Verfälschung des Bieres erkannt werden. Dasselbe wird zur Hälfte eingedampft, mit überschüssigem basischem Bleiacetat versetzt, rasch filtrirt, das Filtrat mit einigen Tropfen einer Gelatinelösung (1 : 20) und so viel Schwefelsäure versetzt, dass gerade das Blei gefällt wird. Schmeckt das Filtrat von dem entstehenden Niederschlage bitter — so ist weiter auf Surrogate zu prüfen.

Pikrinsäure.

2. Nachweis der Pikrinsäure nach Fleck. 500 cbcm Bier werden zur Syrupkonsistenz eingedampft, der Rückstand mit dem 10fachen Volum absol. Alkohols ausgezogen, letzterer abfiltrirt und das Filter gut mit Alkohol nachgewaschen. Der so erhaltene Alkohol wird verdunstet, der Rückstand mit Wasser ausgekocht, aus dem Filtrat das Wasser verdunstet und der Rückstand mit Aether ausgezogen, der Auszug verflüchtigt. Der Rückstand aus Chloroform umkrystallisirt besteht nur aus Pikrinsäure und kann gewogen werden. Uebergiesst man den Rückstand schliesslich mit etwas Cyankaliumlösung und Kalilauge und trocknet auf dem Wasserbade ein, so entsteht ein blutrother Fleck von Isopurpursäure. 3 mg in 1 Liter Bier sollen nachweisbar sein.

10. Bakteriologische Untersuchung des Bieres.

Bakteriolog. Untersuchg.

§ 374. Dieselbe wird ganz wie die des Wassers vorgenommen (Probeentnahme nach Seite 417) unter Anwendung der Seite 56 beschriebenen Würzegelatine.

Die Untersuchung hat mehr eine brautechnische, als eine hygienische Bedeutung; ausser den Spaltpilzen (vorwiegend Säure bildenden, besonders Milchsäure und Essigsäure), unter denen Pediokokken und Sarcinen eine bedeutende Rolle spielen (Lindner), kommen hier verschiedene Hefe- und Schimmelarten in Betracht. Vergl. Jörgensen, die Mikroorganismen der Gährungsindustrie. 2. Aufl. Berlin 1890. Dort ausführliche Litteraturangaben. — Zahlreiche Arbeiten sind auch fortlaufend im Centralblatt für Bakteriologie referirt.

Hier kann nur darauf hingewiesen werden, dass die verschiedenen Hefearten und Formen in neuerer Zeit in Reinkultur zur Bierproduktion verwendet werden, dass „wilde Hefen“ als ein Hauptfeind bei der Herstellung guten Bieres erkannt sind. Vergl. Seite 101 und Seite 417.

Beurtheilung.

B. Beurtheilung des Bieres.

1. Nährwerth.

Zusammensetzung.

§ 375. Deutsches und österreichisches Bier enthält im Durchschnitt (Mittelzahlen von König):

	Spec. Gew.	Wasser	Alkohol	Extrakt	Eiweiss	Zucker	Dextrin	Gesammtsäure als Milchsäure	Asche	Würze konzentr.	Vergährungsgrad
Schenkbier oder Winterbier	1,0144	91,11	3,36	5,34	0,74	0,95	3,11	0,156	0,204	11,95	55,3
Exportbier	1,0176	89,01	4,40	6,38	0,74	1,20	2,47	0,161	0,247	13,73	53,5

Einige weitere Zahlen siehe in Tabelle X.

Nährwerth.

Die Grenzwerthe der Hunderte von Analysen mitzutheilen hat keinen Zweck, da die Minimalzahlen wie die Maximalzahlen ganz abnorme Werthe darstellen. Durch den reichlichen Gehalt an Zucker und Dextrin, durch den immerhin nennenswerthen Gehalt an Eiweiss, hat das Bier entschieden einen nicht unbedeutenden Nährwerth; auch der Alkohol ist, abgesehen von seiner toxikologischen Bedeutung, als Nahrungsstoff aufzufassen.

Die Hygiene wird natürlich Zahlen, die wesentlich unter den Mittelzahlen von Schenkbier liegen, als unzulässig bezeichnen, da sie ein Interesse daran hat, dass der Nährwerth dieses wichtigen Volksgenuss- und Nährmittels (besonders auch für Wöchnerinnen, Rekonvalescenten etc.) nicht verringert wird. Biere mit weniger als 3% Alkoholgehalt und 11% Würzekonzentration sind als schwach, minderwerthig und wenig haltbar zu bezeichnen. In Bayern waren früher für Schenkbier mindestens 11,8, für Lagerbier mindestens 13,7 Prozent Extrakt der Stammwürze (Würzekonzentration) vorgeschrieben. Vogel sagt: „Obwohl diese Verordnung längst nicht mehr zu Recht besteht, so hat sich doch allenthalben die Ueberzeugung Bahn gebrochen, dass diese Werthe auch

heutzutage innegehalten werden müssen, wenigstens soweit es sich um Biere vom bayrischen Charakter handelt.“ Bock wird mit 15 bis 16, Salvator mit 17 bis 18,5 Prozent eingesotten. Biere, die statt mit Malz allein bereitet zu sein, einen Zusatz von Stärke, Maltose, Kartoffelzucker u. dergl. zur Würze erhielten, sind relativ ärmer an N-haltigen Substanzen, Asche, speziell Phosphorsäure. Es ist dies an sich nur als ziemlich geringer Nachtheil zu bezeichnen, denn die im Liter Malzbier vorhandenen 7,4 g Eiweiss können damit höchstens auf die Hälfte herabgesetzt werden; die Ernährungsbilanz wird dadurch nicht stark beeinflusst. Nach den Vereinbarungen der bayer. Chemiker pflegt der Extrakt normaler Biere 1 % Stickstoff = 6,25 % Eiweiss zu enthalten, König giebt dagegen 12—13 % an. — 0,65 % Stickstoff im Extrakt ist nach den Vereinbarungen die allerniederste Grenze.

2. Zu junges Bier.

Zu junges Bier.

Vergährungsgrad.

§ 376. Ergiebt die Berechnung des Vergährungsgrades (S. 416) weniger als 48 Prozent, so ist es als ungenügend vergohren (zu jung) zu bezeichnen. Solches Bier kann direkt schädlich wirken. In erster Linie durch Gehalt an Hopfenharz (resp. wenig bekannten Hopfenstoffen), die namentlich auf die Harnorgane wirken. Blasenkrampf, Brennen in der Harnröhre u. s. f. sind Symptome, die identisch durch Hopfendekokte hervorgebracht werden können (Mori. Arch. für Hyg. VII). Erst im weiteren Verlaufe der Gährung fallen diese Harze in genügender Weise aus dem Biere aus.

Hopfen.

Ueber Hopfenchemie vergleiche: Greshoff, Chemische Studien über Hopfen. Allgem. Brauer- und Hopfenzeitung, 1887, No. 83 ff., wo sorgfältig eigene und fremde Forschungen dargestellt sind.

Luxusbiere.

Bei Luxusbieren darf der Vergährungsgrad wegen des hohen Extraktgehaltes bis 45 Proz. herabgehen; schon bei diesem Vergährungsgrade ist Alkohol und Extrakt so reichlich, dass ein haltbares Bier erzeugt wird. Natürlich darf hier auch Asche, Glycerin etc. entsprechend dem Extrakt- resp. Alkoholgehalt höher sein.

3. Saures, schales, langes, hefetrübes Bier.

Verdorbenes Bier.

§ 377. Solche Biere sind keine Genussmittel mehr und schon aus diesem Grunde zu beanstanden. Gesundheitsschädliche Eigenschaften sind ausserdem möglich. Es liegt auf der Hand, dass es zuweilen zweifelhaft sein kann, ob ein Bier einer dieser Kategorien zuzuweisen ist, dann soll etwa nach folgenden Gesichtspunkten verfahren werden.

Saures Bier.

Saures Bier. L. Aubry stellte, auf reiche Erfahrung gestützt, folgende Thesen über saures Bier bei der fünften freien Vereinigung bayer. Chemiker in Würzburg auf. Vergl. auch die Verhandl. der sechsten Vereinigung in München, in der Aubry und H. Vogel dieselben vertraten.

1. Jedes Bier, welches sich durch einen auffallend sauren und schlechten Geschmack auszeichnet, dessen Acidität 3 cbcm Normalalkali, entsprechend 0,27 g Milchsäure in 100 g Bier, überschreitet und in dessen Absatz und suspendirt sich gegenüber der Hefe vortretend Säurebakterien nachweisen lassen, ist als sauer zu bezeichnen.

2. Jedes Bier, dessen Gesammtacidität die nach den Vereinbarungen gesetzte Grenze nicht überschreitet, das aber grössere Mengen von Essigsäure enthält, ist als sauer zu bezeichnen, wenn die Menge der letzteren aus 100 cbcm Bier mehr als 1 cbcm $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge zur Neutralisation erfordert, d. h. 0,006 g Essigsäure enthält.

Nach den Ausführungen von Vogel und Aubry ist es bald mehr die Milchsäure, bald mehr die Essigsäure, die das Bier sauer schmeckend macht.

Für den Gesunden sind saure Biere gewiss oft unschädlich — für den Rekonvalescenten und für Menschen mit empfindlichen Verdauungsorganen stets bedenklich.

Schales Bier.

Schales Bier. Hat Bier namentlich bei höherer Temperatur längere Zeit gestanden, so hat es Kohlensäure verloren, ist warm und schlechtschmeckend geworden und kann nicht mehr als Genussmittel dienen. Namentlich auch Tropfbier und Bierreste, die gewissenlose Wirthe zuweilen sammeln und weiter verkaufen, gehören hierher. Solches Bier ist höchst ekelhaft. Meist wird solches Bier auch sauer und verdorben sein und damit möglicherweise gesundheitsschädlich.

Langes Bier.

Langes Bier. Lang wird das Bier durch gewisse noch wenig bekannte Pilze (vergl. Wein). Gesundheitsschädlich hat es bisher meines Wissens nicht gewirkt, aber es ist unappetitlich.

Hefetrübes Bier.

§ 378. Hefetrübes Bier. Bei den § 377 citirten Versammlungen beschlossen die bayer. Vertreter der angewandten Chemie über hefetrübe Biere auf Antrag von Aubry und H. Vogel folgendes:

1. Biere, welche wenig vergohren sind, müssen für den Genuss vollkommen hefefrei sein, d. h. es darf Hefe nicht in staubiger Suspension verhanden sein.

2. Gut vergohrene Biere mit mindestens 48 Proz. wirklicher Vergährung und von sonst normaler Beschaffenheit sind mit einem leichten Hefeschleier noch für den Genuss zulässig; nur darf letzterer nicht so stark sein, dass sich bei 24stündigem Stehen bei Zimmertemperatur merklich Hefe absetzt.

3. Stark durch Hefe getrübte Biere, die viel Hefe absetzen, sind nicht genussfähig.

4. Als verdorben sind hefetrübe Biere nur dann zu betrachten, wenn neben den Hefearten noch Bakterien in reichlicher Menge sich vorfinden, wenn die chemische Untersuchung Anhaltspunkte für fortgeschrittene Zersetzung giebt (Säurebildung), und wenn zugleich auch der Geschmack ein schlechter ist.

Gesundheitsschädlichkeit der Hefe.

Der Hygieniker muss in diesen Fragen einstweilen aussprechen: Ueber die Gesundheitsschädlichkeit hefetrüber Biere wissen wir sehr wenig positives. Sicher ist, dass auf dem Lande im Sommer in manchen Gegenden sehr viel hefetrübes Bier ohne Schaden getrunken wurde und noch wird, sicher, dass im

Ziegen- und Lichtenhainer Biere (Thüringen) gewaltige Hefemengen gerne getrunken werden — das Bier ist so trübe, dass es im Glas unappetitlich aussieht und deswegen aus Holzkannen getrunken wird — ebenso trinken wir im gährenden Most ganze Massen von Hefe; die französischen Gefangenen in Ingolstadt erhielten 1871 täglich 2 Esslöffel Bierhefe gegen Skorbut „mit bestem Erfolge" verabreicht. Andererseits ist nicht zu zweifeln, dass der Genuss hefetrüber Biere häufig zu schweren Magendarmkatarrhen Anlass giebt. (Vergl. Simanowsky: Ueber die Gesundheitsschädlichkeit hefetrüber Biere. Arch. f. Hyg. IV.) Ich habe die Versuche Simanowsky's an sich und Anderen selbst mit angesehen, und mich von dem bedeutenden Unwohlsein der Versuchspersonen nach kürzerem oder längerem Trinken solchen Bieres überzeugt. Bemerkenswerth ist, dass die von S. verwendeten Biere alle gleichzeitig jung d. h. wenig vergohren und hefetrüb waren (Vergährungsgrad 36—48 Proz., einmal 50 Proz.).

Es ist also möglich, dass, wie v. Pettenkofer in einer Nachschrift zu Simanowsky's Arbeit hervorhebt: v. Pettenkofer's Ansicht.

1. Nur schlecht vergohrene Biere, wenn sie hefetrübe sind, schädlich wirken, weil mit der Hefe auch eine genügende Menge Nährsubstanz gleichzeitig eingeführt wird, so dass sich die Hefe im Magen vermehren kann.

2. Nur gewisse Hefearten schädlich sind.

3. Nur gewisse zuweilen die Hefe begleitenden Spaltpilze schädlich sind, die Hefe an sich unschädlich.

Jedenfalls genügen die Beobachtungen Simanowsky's, um bis auf weiteres mindestens jedes junge hefetrübe Bier als möglicherweise gesundheitsschädlich zu bezeichnen. — Unter allen Umständen sind aber Biere, die wir klar zu trinken gewohnt sind, in trübem Zustande wenig appetitlich, mag nun die Trübung auf Hefe oder sonstigen suspendirten Massen beruhen.

Zur Klärung trüber Biere sind folgende unschädliche Mittel gestattet (Vergl. Verh. der bayer. Chemiker in Nürnberg 1885): Erlaubte Klärmittel.

Filtrirapparate, gut ausgesottene Buchen- oder Haselnussspähne, Hausenblase, Raja clavata und gute Gelatine. Durch längeres Aufbewahren der gelösten Klärmittel verderben dieselben oft und werden so ekelhaft, wenn nicht gesundheitsschädlich.

4. Verwendung von Surrogaten, Konservirungsmitteln, Moussirpulvern, Natriumbikarbonat.

§ 379. Wenn wir uns auch voll und ganz auf den Standpunkt stellen, dass ein Getränk bloss aus Gerstenmalz, Wasser und Hopfen als Ideal eines Bieres zu betrachten sei, und die wohlthätigen Folgen des bayerischen Malzaufschlaggesetzes für die Beschaffenheit und den Weltruf des bayerischen Bieres dankbar anerkennen, so sind doch die folgenden Betrachtungen getreu dem Surrogate.

Zwecke des Buches vom allgemeinen hygienischen Standpunkte abgefasst — nach dem nicht alles aus nationalökonomischen und steuerpolitischen Gründen Verbotene auch direkt gesundheitswidrig ist.

Malzsurrogate.

Gerstenmalzsurrogate: Verschiedene Cerealien (Weizen, Reis, Mais) gemalzt und ungemalzt, Kartoffelstärke, Maltose, Stärkezucker. Ueber den Nährwerth solchen Bieres vergl. Seite 422, für die Frage der Gesundheitsschädlichkeit des Stärkezuckers und seiner Gährungsprodukte vergl. Wein.

Kohlensäurebindung.

Alle mit Malzsurrogaten gebrauten Biere haben die Eigenschaft, nur sehr unvollkommen Kohlensäure zurückzuhalten; während Malzbiere noch bei 12 bis 15° reichlich Kohlensäure enthalten und wohlschmeckend sind, müssen die Surrogatbiere eiskalt sein, wenn sie nicht alsbald durch CO_2 Entweichen schaal sein sollen. Ein grosser hygienischer Nachtheil, weil zu kalte Biere leicht Magendarmkatarrrh erzeugen.

Glycerin.

Glycerin. Findet man mehr wie 0,25 % Glycerin in einem Bier, so ist der künstliche Zusatz von solchem sehr wahrscheinlich. Der Glycerinzusatz macht das Bier süsser, scheinbar gehaltreicher, vollmundiger; als gesundheitsschädlich ist ein Zusatz von 1—2 g Glycerin pro Liter höchstwahrscheinlich nicht zu bezeichnen, aber in den Augen vieler Personen wird dieser ganz ungehörige Zusatz als ekelhaft erscheinen (vergl. Wein). Ausserdem wird nur schwaches, gehaltarmes Bier mit diesem Zusatze versehen werden; mit Glycerin versetztes Bier darf wohl stets als ohnehin schlecht bereitet, schlecht vergohren oder verdorben angesehen werden.

Wie viel Glycerin Bier im Minimum enthalten müsse, ist noch nicht zu sagen. Nach Borgmann und Egger kommen etwa 5,5—3,8 Glycerin auf 100 Alkohol; in neuerer Zeit hat man aber in Bieren, die mit Reinkulturen von Hefe hergestellt waren, den Glyceringehalt bis auf 2,63 g Glycerin auf 100 Alkohol herabgehen sehen.

Süssholzdekokt.

Süssholzdekokt. (Für den Nachweis durch den Chemiker siehe Kayser, Rep. d. analyt. Chem. 1884, No. 4, und H. Vogel, Verhandl. der bayer. Chem. in Nürnberg, 1885, Seite 89). Zu beurtheilen ist dieses Surrogat vom hygienischen Standpunkt etwa wie Glycerinzusatz in kleinen Mengen, d. h. es ist unschädlich aber ungehörig und wenig appetitlich.

Biercouleur u. Farbmalz.

Biercouleur und Farbmalz. Je nachdem man stark oder schwach gedarrtes Malz anwendet, erhält man dunkleres oder helleres Bier; um dunkle Biere herzustellen, setzt man direkt dem Malz resp. der Würze stark geröstetes Farbmalz, auch wohl einen Farbmalzauszug „Farbbier“ zu. Statt diesen Färbemitteln kommt, namentlich wenn das fertige Bier zu hell ausgefallen ist, vielfach auch „Biercouleur“ d. h. gebrannter Zucker (Rohrzucker oder Stärkezucker) zur Verwendung. Ein sicherer chemischer Nachweis, ob das eine oder andere Färbemittel verwendet wurde, fehlt. Die Hygiene hat direkt gegen diese Färbemittel nichts einzuwenden, wenn dieselben kunstgerecht hergestellt, aus appetitlichem Material gewonnen und nicht verdorben sind; sie kann auch keinen

Werth darauf legen, dass ein Farbmalzauszug etwas mehr Nährstoffe enthält, als wie die gleichstark färbende Menge Biercouleur, sie wird aber überhaupt sehr dunkele Biere mit etwelchem Misstrauen betrachten, da die Farbe einmal (namentlich früher) vielfach eine hohe Würzekonzentration vortäuschen sollte und zweitens erfahrungsgemäss nicht selten zugesetzt wird, um Trübungen verschiedener Art zu verdecken. Die noch wenig abgeklärte Stellung der Chemiker und Brautechniker zur Couleurfrage beleuchten die Verhandlungen der vierten freien Verein. bayer. Chem. in Nürnberg.

Guyot will in Paris Methylorange in Bier gefunden haben.

§ 380. Hopfensurrogate. Der Hopfen hat 3 Wirkungen im Bier, einmal verleiht er ihm seinen bitterlich aromatischen Geschmack, zweitens befördert die in ihm enthaltene Gerbsäure die Ausscheidung mancher Eiweisskörper, d. h. die Klärung und endlich kommen ihm konservirende Fähigkeiten zu. Da Hopfen in manchen Jahren ziemlich theuer ist, so liegt der Gedanke nahe, ihn durch andere bittere, theilweise auch Gerbstoffhaltige Substanzen zu ersetzen, von denen hier genannt sein sollen: Hopfensurrogate.

Das Kraut von Artemisia Absynthium (Wermuth), Ledum palustre (Sumpfporst), Menyanthes trifoliata (Bitter- oder Fieberklee), Coronilla scorpioides (Kronenwicke), Buxus sempervirens (Bux), Cnicus benedictus (Kardobenediktenkraut), Erythraea Centaurium (Tausendgüldenkraut); die Wurzel von Enzianarten; die Rinde von Quassia amara und Weidenarten; Früchte und Samen von Colchicum autumnale (Zeitlose), Anamirta Cocculus (Kokelskörner), Capsicum annuum (spanischer Pfeffer), das Fruchtmark der Koloquinthen, Aloëharz — endlich sogar Pikrinsäure.

Unter den genannten sind zwar neben einer Reihe wohl unschädlicher (Weidenrinde, Enzian, Tausendgüldenkraut) eine Anzahl bedenklicher (Ledum, Artemisia, Buxus) und eine ganze Anzahl intensiv giftiger (Zeitlose [Colchicingehalt], Menispermum Cocculus [Pikrotoxingehalt]); auch Strychninhaltige Materialien sollen schon angewendet sein und endlich ist Pikrinsäure ein starkes Gift (schon 0,4 g macht starke Vergiftungssymptome). Bei der Schwierigkeit der Unterscheidung dieser Bitterstoffe auf chemischem Wege und der Gefährlichkeit einer ganzen Anzahl derselben ist ein generelles Verbot aller Hopfensurrogate sehr am Platze. Auch für die unschädlichen unter ihnen lässt sich keine Ausnahme machen, denn sie vermindern den Werth des Bieres als Genussmittel bedeutend. Wohl enthält auch der Hopfen Giftstoffe (Seite 423), Jahrhunderte lange Erfahrung hat uns aber gelehrt, dass bei kunstgerechter Verwendung keine Gefahr von ihnen zu befürchten ist.

Ferraud und Chevalier (Journ. de Chim. et de Pharmac. 1868) geben an, dass damals das Bier in Lyon durchgängig mit Pikrinsäure versetzt gewesen sei. Sie selbst erkrankten dadurch. Colchicin ist auch schon öfters wirklich oder vermeintlich im Biere gefunden, ebenso Buxin. — Es ist übrigens, da in notorisch reinem Biere schon curareartig wirkende Stoffe gefunden — äusserste Vorsicht bei der chemischen Deutung der Befunde geboten; viele tüchtige Chemiker sprechen sich wenigstens sehr zweifelhaft darüber aus, ob in neuerer Zeit solche Stoffe wirklich unzweifelhaft in Deutschland nachgewiesen seien. Warnung zur Vorsicht bei der Beurtheilung.

Natriumbikarbonat. Seine Verwendung ist wahrscheinlich, so wie Natriumbikarbonat.

der Aschegehalt mehr als 0,30 % beträgt[1]) oder beim Titriren die Gesammtacidität niedriger als 1,5 cbcm Normalalkali für 100 Bier gefunden wird. Sowie ein Zusatz von Natriumbikarbonat nachgewiesen ist, ist das Bier wie ein saueres zu beurtheilen, d. h. dasselbe steht im Verdachte gesundheitsschädlich zu sein. Oft wird der Zusatz geradezu dazu dienen, die Zersetzung des Bieres zu befördern, vergl. Milch, Seite 330.

Moussirpulver.

Moussirpulver. Schalem Bier suchen die Wirthe gelegentlich dadurch wieder den Schein der Frische zu verleihen, dass sie mit Hilfe sogenannter „Moussirpulver", die neben Natriumbikarbonat noch Weinsäure enthalten, Kohlensäure im Bier entwickeln. Erkannt würde dies ebenso wie der Natriumbikarbonatgehalt, aus dem Aschegehalt; die Beurtheilung ist die gleiche wie von schalem Bier — es ist unappetitlich und kann, wenn verdorben, direkt gesundheitsschädlich sein.

Ausschenken des Bieres.

Anhang I. Das Ausschenken des Bieres.

Zapfhahnen.

§ 381. Wird viel Bier verschenkt, wird ein Fass also rasch leer, so ist das einfache Abzapfen mittelst eines Hahns aus Holz oder Messing das rationellste. Ueber Bleigehalt der Zapfhahnen siehe Gebrauchsgegenstände.

Pressionen.

Vielerorts wünscht man aber, trotzdem ein Fass nur langsam leer wird, stets ein stark schäumendes Bier zu verzapfen. Zu diesem Zwecke wird mit einer Pumpe Luft in das Fass eingepumpt und dabei gleichzeitig erreicht, dass das Fass im Keller bleiben kann und das Bier durch den Luftdruck in Zinnröhren oder Gummischläuchen bis in's Schanklokal gedrückt wird. Die Hygiene missbilligt im allgemeinen diese Bierpressionen, weil sehr oft:

Uebelstände.

1. Einfach die verunreinigte Zimmerluft in's Bier gepresst wird — was als ekelhaft anzusehen ist.

2. In einem eingeschalteten Windkessel die Luft leicht noch mit ranzigem Oel in Berührung kommt.

3. In den engen Röhren das Bier stagnirt, aus den oft stark bleihaltigen Zinnröhren, Metall, aus Gummischläuchen Geruchstoffe aufnimmt.

4. Die ganze Bierpression, wenn nicht sehr oft gereinigt, in einen Zustand unappetitlichster Verschmutzung geräth.

Näheres über Bierpressionen und die eingehende preussische Verordnung hierüber vom 29. Dezember 1880 siehe bei Nath, Viertelj. f. gericht. Med. 1887.

Verschank mit flüssiger Kohlensäure

Diese Uebelstände sind zum Theile nur schwer zu beseitigen; besser ist der Ersatz der Pressionen durch Aufschrauben eines Ballons mit flüssiger Kohlensäure auf die im Keller verbleibenden Fässer, wodurch reines Kohlensäuregas

[1]) Aschegehalt der Schenkbiere 0,13—0,25 g, der Lagerbiere 0,25—0,30 g in 100 g. Phosphorsäuregehalt 0,06—0,1 g P_2O_5 in 100 g.

drückend wirkt und keine Verunreinigung in's Bier gelangt. Lintner fand, dass aus einem Fässchen von 40 Liter das Bier nach mehreren Tagen mit Kohlensäure verschenkt noch tadellos war. (Lintner, Zeitsch. f. d. gesammt. Brauwesen. Bd. VIII. N. F. No. 5.) Die Temperatur des Schankbieres soll zwischen 10—15° C. liegen, wärmeres Bier schmeckt nicht, kälteres bekommt nicht gut. Das Ideal des Bierverschankes ist aber die Verzapfung direkt (ohne Schläuche und Röhren) vom Fass, das in einem luftig kühlen, nicht rauchigen Lokale steht, oder mit welchem komprimirte Kohlensäure in der Weise in Verbindung steht, dass das Bier selbst nicht mit Schläuchen oder Röhren in Verbindung kommt.

Anhang II. Weissbier.

§ 382. Unter Weissbier[1]) versteht man ein meist aus Gersten- und Weizenmalz durch rasche Obergährung gewonnenes, säuerliches Getränk, dessen nähere Eigenschaften sehr an den einzelnen Orten variiren. Meist wird das Bier aus Flaschen verschenkt; nach dem Beschlusse der bayer. Chemiker in Nürnberg 1885 „ist, wo das Weissbier in Flaschen in lebhaft moussirendem Zustande und klar verlangt wird, ein Zusatz eines Auffrischungsmittels in Form von Rohrzucker nöthig.“ Es kann eben nur so eine ergiebige Nachgährung auf den Flaschen erhalten werden, da die Hauptgährung das Gährmaterial fast ganz verbraucht. Weissbier.

Anhang III. Nachbier.

§ 383. Als Nachbier, Konvent, Schöps[2]) u. s. w. kommen dünne Biere für Arbeiter und Dienstboten zum Verschank, die nur 1—2 % Extrakt, etwa 1 % Alkohol, 0,06—0,08 Asche enthalten und zur Neutralisirung von 100 g 0,03—0,05 cbcm Normalalkali gebrauchen. Dieselben werden durch wiederholtes Ausziehen des bei der Bierfabrikation verwendeten Malzes und Weiterbehandlung dieser sehr dünnen Würze wie bei Bier hergestellt. Die Haltbarkeit dieses Getränkes ist eine sehr geringe, sehr leicht wird es hefentrübe und sauer. Vielfach wird Schöps einfach durch Wässern von Bier hergestellt, das aus irgend einem Grunde (namentlich beginnende Verderbniss) nicht mehr recht verkäuflich ist. Nachbier, Konvent, Schöps.

Die Untersuchung ist wie bei Bier zu führen; bei der Beurtheilung wird für den Hygieniker vor allen Dingen zu erwägen sein, ob das Nachbier sauer ist oder nicht. Letzterer Entscheid wird nach den für Braunbier gegebenen Regeln getroffen

Vergl. Prior. Zur Beurtheilung der Nachbiere. Bericht über die 6. Versammlung der freien Verein. bayer. Chem. in München. 1887.

[1]) Vollständige Analyse siehe Tabelle X.
[2]) Vollständige Analyse siehe Tabelle X.

Litteratur.

Lintner, C. Lehrbuch der Bierbrauerei. Braunschweig 1875. Seither wohl neue Auflage.

Vogel, H. Abschnitt „Untersuchung" in Leyser-Heiss, Bierbrauerei. Stuttgart 1888.

Thausing. Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation. 3. Auflage. Leipzig 1888.

Zeitschrift für das gesammte Brauwesen. Herausgegeben von Lintner und Aubry. Seit 1878. München und Leipzig.

Wochenschrift f. Brauerei. Herausgegeben von Delbrück und Hayduck. Seit 1884. Berlin.

Allgemeine Zeitschrift für Bierbrauerei und Malzfabrikation. Herausgegeben von Fasbender. Seit 1873. Wien.

Allgem. Brauer- und Hopfenzeitung. Offizielles Organ d. deutschen Brauerbundes. Seit 1861. Nürnberg.

Aubry. Artikel Bier, Hefe, Hopfen, Malz in Dammer's Lexikon der Verfälschungen.

Zahlreiche Beiträge von Aubry, Vogel, Will u. a. in den Berichten über die Versammlungen bayr. Chemiker, besonders 4. Versammlung in Nürnberg 1885.

XIV. Abschnitt.

Der Wein[1].

§ 384. Die Motive zum Gesetzentwurf betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln etc. vom 14. Mai 1879 sprechen aus: Der Name Wein schlechthin darf nur einem Getränke gegeben werden, welches ohne jeden Zusatz aus Traubensaft durch alkoholische Gährung bereitet ist. — In der Praxis werden dem Weine, beziehungsweise vor der Gährung schon dem Moste fremde Zusätze (Wasser, Zucker, Alkohol, Farb- und Bouquetstoffe etc.) gar nicht selten in grossem Umfange gemacht. **Definition.**

Reiner Traubenmost enthält namentlich: Traubenzucker (Dextrose), Fruchtzucker (Lävulose), zusammen 10 bis zu 30 Prozent; Aepfelsäure, Weinsäure (statt ihrer in Südweinen die isomere Traubensäure), zusammen 0,4—2,0 Prozent; Gummi, Mannit, albuminoide Stoffe, Gerbsäure; Phosphorsäure und Schwefelsäure, gebunden an Calcium, Kalium; wenig Chlornatrium. **Most.**

Die Gährung lässt man durch zufällig an den Schalen der Traubenbeeren hängende und so beim Pressen in den Most gelangende Hefepilze besorgen; will man Weisswein, so presst man den Most bald von den Kämmen und Schalen ab, um Rothwein zu erzeugen, lässt man die Schalen von blauen Trauben mit dem Most vergähren; so erhält man einen an Tannin (aus den Kämmen und Kernen) und an Farbstoff reichen Wein, da der Farbstoff aus den Häuten durch Alkohol und Säure extrahirt wird. **Gährung.**

Bei der Gährung entsteht aus Dextrose und Lävulose Aethylalkohol und geringe Mengen höherer Alkohole (siehe Branntwein), Kohlensäure (die entweicht), etwas Glycerin und Bernsteinsäure. Immer treten geringe Mengen von Estern auf (z. B. Aethylester der Oenanthyl- und Caprylsäure), die dem Getränke die Blume (Bouquet) verleihen. Der Zucker vergährt meist bis auf Spuren; war aber der Zuckergehalt sehr bedeutend, so hemmt die entstehende Alkoholmenge ein vollkommenes Vergähren, namentlich die langsamer vergährende Lävulose bleibt übrig (Ausleseweine). In der alkoholischen Flüssigkeit wird der „Weinstein“ unlöslich, es scheidet sich ein Gemisch von saurem weinsaurem **Gährungsprodukte.**

---

1) Ueber Süssweine vergl. Anhang zu Wein.

2) Ausbruch- oder Ausleseweine werden aus den besten sorgfältig ausgesuchten Beeren guter Trauben (aus den besten Lagen) hergestellt.

Kalium COOH—CHOH—CHOH—COOK und neutralem weinsaurem Kalk $C_4H_4O_6Ca$ an den Fasswandungen ab. Auch die Hefe setzt sich zu Boden und der Wein kann nach einiger Zeit klar in ein neues Fass abgezogen abgestochen werden.

Die Zusammensetzung der fertigen Weine schwankt enorm nach Lage und Jahrgang (einige Mittelzahlen nach König bringt die Tabelle X).

Zur Orientirung mögen folgende Angaben von Dietzsch mitgetheilt sein. Es enthalten Gramm in 100 cbcm

	Geringere Weine	Bessere Weine
Wasser	92—90	89—80
Alkohol	5—7	7—12
Säure als Weinsäure	1,2 —0,8	0,8 —0,4
Extrakt	1,5 —2,0	2,0 —3,0
Asche	0,14—0,20	0,16—0,30

Uebersicht über die Zusammensetzung deutscher Weine.

Die Maximal- und Minimalwerthe, die bei der Analyse von einigen Hundert reinen deutschen Weinen aus den Jahren 84—87 gefunden sind, sind in der Zeitsch. f. anal. Chem. 1888, S. 729 zusammengestellt; ich entnehme derselben folgende Zahlen:

Bezirk	Jahrgang	Zahl der Proben		Alkohol	Extrakt	Säure	Glycerin	Asche	P_2O_5	SO_3
Rheinhessen	1886	38	Max.	12,0	5,44	0,78	1,30	0,35	0,054	
			Min.	8,0	1,78	0,42	0,57	0,16	0,022	
„ Weissweine	1887	16	Max.	9,93	5,68	0,25	1,03	0,23	0,041	
			Min.	5,94	1,99	0,75	0,43	0,16	0,023	
„ Rothweine	1887	7	Max.	8,52	2,83	0,63	0,74	0,29	0,040	
			Min.	6,96	2,24	0,38	0,52	0,21	0,022	
Rheingau	1887	44	Max.	9,94	3,24	1,38	0,90	0,29	0,057	
			Min.	5,65	2,03	0,56	0,45	0,14	0,026	
Ahr- und Moselgebiet	1884—87	13	Max.	10,60	2,90	0,86		0,33	0,061	0,087
			Min.	6,52	1,98	0,51		0,14	0,025	0,009
Baden	1886—84	24	Max.	9,5	2,70	0,84	0,81	0,36	0,065	
			Min.	3,3	1,62	0,42	0,41	0,17	0,013	
Baden	1885	58	Max.	8,9	2,45	0,94	0,78	0,35	0,042	
			Min.	3,3	1,50	0,40	0,29	0,15	0,012	
Extreme aus allen Proben, inklusive der hier nicht aufgeführten Gebiete			Max.	12,0	5,68[1]	1,38	1,30	0,49	0,073	0,096
			Min.	3,2	1,48	0,30	0,32	0,12	0,012	0,007

A. Untersuchung des Weines.

Hauptaufgaben der Untersuchung.

§ 385. Nachdem eine im kaiserlichen Gesundheitsamte 1884 zusammengetretene Kommission einheitliche Methoden für die Analyse des Weines vereinbart hat, müssen dieselben allen Weinuntersuchungen zu Grunde gelegt werden, da es nur auf diese Weise möglich sein wird, unter sich vergleichbare Resultate zu erzielen. Im Nachstehenden sind nur die hygienisch wichtigeren Methoden wörtlich

[1]) Dieser Wein enthielt 2,47 % Zucker — war also noch nicht fertig vergohren.

in „Anführungszeichen“ mitgetheilt; im Uebrigen sei auf den trefflichen, kurzen Kommentar hingewiesen, den **Max Barth**, Vorstand der Weinbauversuchsstation in Rufach, zu diesen Beschlüssen veröffentlicht hat (Die Weinanalyse. Hamburg und Leipzig. Voss. 1884), der im folgenden vielfach benützt ist.

Ebenso wird die kurze klare „Anleitung zur chem. Analyse des Weines“ von **Borgmann** zu weiterer Orientirung die besten Dienste leisten.

Regelmässig ist zu bestimmen:

Quantitativ:	Qualitativ:
Specifisches Gewicht,	Zucker,
Extrakt,	Gummi,
Alkohol,	Fremde Farbstoffe.
Glycerin,	
Freie Säure überhaupt,	
Schwefelsäure,	
Asche,	
Polarisation.	

Unter Umständen kommt hinzu die quantitative Untersuchung auf:

Zucker,	Schweflige Säure,
Flüchtige Säure,	Gerbstoff,
Weinstein und freie Weinsäure quantitativ,	Einzelne Mineralbestandtheile,
Bernsteinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure,	Stickstoff.
Salicylsäure (qualitativ).	

Alle quantitativen Angaben im Wein werden in g in 100 cbcm gemacht.

Konsequenter wäre allerdings die Angabe von Gewichtsprozenten; doch lassen sich diese umrechnen, wenn man das specifische Gewicht des Weines kennt, das nur bei stark zuckerhaltigen (Süssweinen) oder bei unvergohrenen Weinen ausserhalb der Grenzen 0,99 und 1,01, meist sehr nahe bei 1 liegt.

1. Probenahme und Prüfung mit den Sinnen.

§ 386. Häufig geht der Entnahme von Proben für die chemische Untersuchung eine Prüfung durch eigens gerichtlich verpflichtete Zungen- oder Gaumenexperten vorher; immerhin kann man bei Kellervisitationen die Weine auch gleichzeitig selbst mitproben und das Abfüllen in gut gereinigte Flaschen veranlassen, wo nicht bereits Flaschenweine vorliegen. Man trachte womöglich von jeder verdächtigen Sorte 2 Flaschen zu bekommen, um die Bestimmungen alle doppelt ausführen zu können, was beim Wein besonders nothwendig ist. Bis zur Analyse werden die versiegelten und etiquettirten Flaschen liegend im verschlossenen Keller aufbewahrt. *Probeentnahme und Prüfung mit den Sinnen.*

Möste oder junge Weine zeigen „zur Zeit der Rebenblüthe“ (d. h. wenn die Keller wärmer werden) bisweilen Kohlensäureentwicklung — eine Nachgährung, die um so stärker auftritt, je zuckerreicher und alkoholärmer der betreffende Jungwein ist. *Nachgährung.* Rothweine scheiden im Fasse wie in den Flaschen auf der Unterseite stets noch gefärbte Bodensätze ab, die dem Laien oft verdächtig erscheinen und ausser Weinstein aus Erdsalzen, Farb- und Gerbstoffen u. s. w. bestehen. *Flaschenabsätze.* Verdächtige Bodensätze sind chemisch, beziehungsweise bakteriologisch

zu untersuchen; bisweilen kommt es bei hohlen Flaschenböden vor, dass zwischen den Glaswänden vom Reinigen her Schrotkörner eingepresst sind (Blei mit Spuren von Arsen). Manche Weine färben sich beim Offenstehen an der Luft dunkler (S. 456).

Man hüte sich, ohne Weiteres auf Grund der Geruchs- und Geschmacksprobe ein Urtheil abzugeben.

2. Specifisches Gewicht.

Spec. Gewicht.

§ 387. Die Bestimmung wird wie bei Bier ausgeführt, mit der Westphal'schen Waage oder dem Pyknometer bei 15° C. und sollte nie unterlassen werden.

3. Alkohol.

Alkohol.

§ 388. Man verfährt genau wie bei Bier, nur destillirt man aus 100 cbcm Wein 60—70 cbcm in ein 100 cbcm fassendes Pyknometer; das Destillat wird bis gegen die Marke 100 aufgefüllt, durch rotirende Bewegungen der Pyknometerinhalt gut gemischt, in Wasser von 15,5° gestellt, endlich genau auf 100 aufgefüllt und wie bei Bier angegeben, weiter verfahren. Aus dem specifischen Gewichte ergiebt sich der Alkoholgehalt nach der Tabelle Hehners (siehe Tabelle XV).

Ausser dem Aethylalkohol gehen auch die vorhandenen Bouquetstoffe, flüchtige Säuren (zugesetzte Salicylsäure, bei sauer gewordenen Weinen Essigsäure) mit in das Destillat über, ohne dass diese geringen Mengen indes einen bemerkbaren Einfluss auf das specifische Gewicht des Destillates äussern können, vorausgesetzt, dass nicht ganz verdorbener Wein vorliegt. In diesem Falle wäre zuerst zu neutralisiren. — Der Destillationsrückstand kann zur Bestimmung der Schwefelsäure verwendet werden.

4. Extrakt.

Extrakt.

§ 389. „Zur Bestimmung des Extraktes werden 50 cbcm Wein bei 15° C. gemessen, in Platinschalen (von 85 mm Durchmesser, 20 mm Höhe und 75 cbcm Inhalt, Gewicht ca. 20 g) im Wasserbade eingedampft und der Rückstand $2^1/_2$ Stunden im Wassertrockenschranke erhitzt. — Von zuckerreichen Weinen, d. h. Weinen, welche über 0,5 g Zucker in 100 cbcm enthalten, ist eine geringere Menge nach entsprechender Verdünnung zu nehmen, so dass 1,0 bis höchstens 1,5 g Extrakt zur Wägung gelangen.“ Unter Extraktrest versteht man Extrakt — freie Säure. (Bei Bier ist Extraktrest = Extrakt, vergl. Seite 416.)

Extraktrest.

Wassertrockenschrank.

Wassertrockenschrank heisst ein Trockenkasten aus Metall mit doppelten Wänden, deren Zwischenraum mit Wasser gefüllt ist.

Es ist sehr wesentlich, dass diese Vorschrift betreffend Schalengrösse, Zeitdauer u. s. w. genau eingehalten werde. Die Schalen werden von allen Platingeschäften (in Hanau, Frankfurt) entsprechend dem jeweiligen Platinpreise um etwa 30 Mark geliefert.

Indirekte Methode. Die indirekte Bestimmung des Weinextraktes durch Ermittlung des specifischen Gewichtes der entgeisteten Lösung (wie bei Bier S. 419) und Ablesen des Extraktes aus der Tabelle von Schultze-Ostermann (Tabelle XIII) liefert bei gewöhnlichen Weinen stets mehr oder minder abweichende Resultate. Noch ungenauer ist die von Hager zum selben Zwecke angefertigte Tabelle. Diesen Tabellen liegen reine Malzauszüge zu Grunde (Hager hatte noch dazu das verwendete Malzextrakt bei 110° C. getrocknet) und aus diesem Grunde können sie sich auch nur zur Extraktbestimmung in ähnlichen zuckerhaltigen Flüssigkeiten eignen, z. B. für Süssweine, bei denen ohnehin die direkte Bestimmung je nach der Menge des verwendeten Weins ungleiche Resultate ergiebt. Der Extrakt gewöhnlicher Weine besteht aber nur aus Spuren Zucker neben Glycerin, Säuren und Mineralbestandtheilen, deren specifisches Gewicht beträchtlich von dem des Zuckers abweicht. Bei denselben ist deshalb der Extrakt stets genau nach Vorschrift direkt zu bestimmen, während bei Süssweinen die indirekte Methode den Vorzug verdient (Haas, Mitth. d. k. k. chem. phys. Versuchsstation Klosterneuburg. Heft 5, 68). Indirekte Methode.

5. Glycerin.

§ 390. „100 cbcm Wein (Süssweine siehe unten) werden durch Verdampfen auf dem Wasserbade in einer geräumigen nicht flachen Porzellanschale bis auf etwa 10 cbcm gebracht, etwas Quarzsand und Kalkmilch[1]) bis zur stark alkalischen Reaktion zugesetzt und bis fast zur Trockne eingedampft. Den Rückstand behandelt man unter stetem Zerreiben mit 50 cbcm Weingeist von 96 Vol. Proz., kocht ihn damit unter Umrühren auf dem Wasserbade auf, giesst die Lösung durch ein Filter ab und erschöpft das Unlösliche durch Behandeln mit kleinen Mengen desselben erhitzten Weingeistes, wozu in der Regel 50—150 cbcm ausreichen, so dass das Gesammtfiltrat 100—200 cbcm beträgt. Den weingeistigen Auszug verdunstet man im Wasserbade bis zur zähflüssigen Konsistenz. Das Abdestilliren der Hauptmenge des Weingeistes ist nicht ausgeschlossen. Der Rückstand wird mit 10 cbcm absoluten Weingeistes aufgenommen, in einem verschliessbaren Gefässe mit 15 cbcm Aether vermischt bis zur Klärung stehen gelassen und die klar abgegossene eventuell filtrirte Flüssigkeit[2]) in einem leichten mit Glasstopfen verschliessbaren Wägegläschen vorsichtig eingedampft, bis der Rückstand nicht mehr leicht fliesst, worauf man noch 1^h im Wassertrockenschrank trocknet. Nach dem Erkalten wird gewogen. Bei Süssweinen (über 5 g Zucker in 100 cbcm Wein) setzt man zu 50 cbcm in einem geräumigen Kolben etwas Sand und eine hinreichende Menge zu Pulver gelöschten Kalks und erwärmt unter Umschütteln auf dem Wasserbade. Nach dem Erkalten werden 100 cbcm Weingeist von 96 Vol. Proz. zugefügt, der sich bildende Niederschlag absetzen gelassen, letzterer von der Flüssigkeit durch Filtration getrennt und mit Weingeist von derselben Stärke nachgewaschen. Den Weingeist des Filtrats verdampft man und behandelt den Rückstand nach dem oben beschriebenen Verfahren." Glycerin.

Vorsicht ist bei dem Auskochen des kalkigen Trockenrückstandes mit Alkohol nöthig; man muss sehr gut und anhaltend mit einem Pistill die mit Alkohol übergossene Masse zerreiben, sonst spritzt es sehr leicht; ebenso ist ein grosses Wasserbad und kleine Flamme anzuwenden, damit sich der Alkohol nicht entzünde.

Wenn eine Glycerinbestimmung zur Ermittlung eines Zusatzes von Alkohol oder Glycerin zum Wein (siehe Beurtheilung S. 450) vorgenommen werden soll, muss genau nach dieser Vorschrift gearbeitet werden; sonst bekommt man ganz andere Resultate, aus denen man falsche Schlüsse ziehen müsste. Die Glycerinbestimmung ist ein ebenso wichtiger als wunder Punkt in der Weinanalyse. Das, was man nämlich schliesslich als „Glycerin" wiegt, ist durch Farbe und Geruch von wirklichem Glycerin ganz verschieden;

---

[1]) Barth präcisirt (Pharmac. Centralhalle 1884. S. 482) die Methode noch näher; darnach wären etwa 2 g Quarzsand und 3—4 cbcm einer gut umgeschüttelten Kalkmilch zu verwenden, die erhalten wurde, indem 151 g Calciumoxyd mit Wasser auf 500 cbcm gebracht wurden.

[2]) Den Bodensatz kann man mit einer Mischung von 1 Th. absolutem Alkohol und $1^1/_2$ Th. Aether abspülen.

es ist ein sehr unreines Glycerin. Bei der Beurtheilung sind aber alle die beobachteten Verhältnisse der Weinbestandtheile auf dieses so gewonnene „Glycerin" bezogen worden, und in Ermanglung eines Besseren muss man eben dieses sogenannte Glycerin in Rechnung ziehen. Einerseits enthält es stickstoffhaltige Körper (unter Umständen auch Mannit), anderseits ist beim Eindampfen und Trocknen wirkliches Glycerin verflüchtigt; wenn aber stets ganz gleichmässig gearbeitet wird, bekommt man auch ganz gleichmässige Resultate und das allein kann hier ausschlaggebend sein.

6. Freie Säure (Gesammtmenge der sauer reagirenden Bestandtheile des Weines).

Freie Säure.

§ 391. Wie bei Bier der Säurewerth stets als „freie Milchsäure", so wird er bei Wein als „freie Weinsäure" berechnet; in Wirklichkeit ist er bedingt durch die Gegenwart saurer Salze, besonders Weinstein (saures weinsaures Kalium), aber auch durch Phosphate, Aepfelsäure u. s. w.

25 cbcm Wein werden in ein Becherglas abpipettirt, zur Entfernung der Kohlensäure etwas geschüttelt und mit $^1/_5$ oder $^1/_{10}$ n-Natronlauge titrirt. Wer die nöthige Uebung hat, kann schon ohne Indikator (da der Farbstoff, besonders bei Weisswein, als natürlicher Indikator dient) den Endpunkt ungefähr daran erkennen, dass ein neu hinzugefügter Tropfen Lauge an der Einfallstelle keine Farbenveränderung mehr hervorruft. Es wird indes stets noch ein zweites Mal titrirt, wobei man 1 oder 0,5 cbcm Lauge weniger hinzufliessen lässt, als beim Vorversuche verbraucht wurde, dann aber tropfenweise titrirt und (wie beim Bier) nach dem jedesmaligen Umrühren mittelst des Glasstabes einen Tropfen auf empfindliches Lackmuspapier aufträgt, bis dasselbe sich dabei nicht mehr röthet.

Beispiel.

Hat man 25 cbcm Wein mit genau $^1/_5$ n-Lauge titrirt, so ergiebt eine einfache Multiplikation der verbrauchten cbcm mit 0,06 die gesuchte Menge der freien Weinsäure. Wurden z. B. 9,4 cbcm verbraucht, so ist $9{,}4 \,.\, 0{,}06 = 0{,}564$ g freie Weinsäure in 100 cbcm Wein enthalten. (1 cbcm n-Lauge = 0,075 Weinsäure; also $4 \,.\, \frac{0{,}075}{5} \,.\, 9{,}4 = 0{,}564$.)

7. Flüchtige Säuren und nichtflüchtige Säuren.

Flüchtige Säuren und nichtflüchtige Säuren.

§ 392. Man verfährt zur Bestimmung der flüchtigen Säuren wie bei Bier und berechnet sie als Essigsäure. Man giebt (Fig. 84 auf S. 254) 50 cbcm Wein in b und etwa 250 cbcm Wasser in den Kolben a und destillirt, bis etwa 200 cbcm in der Vorlage sind, wobei der Wein aber nur auf etwa 15 cbcm eingeengt und keinenfalls angebrannt sein darf. Die Titrirung geschieht mit $^1/_5$ Normal-Natronlauge; sind z. B. 3,5 cbcm verbraucht, so sind $\frac{3{,}5 \,.\, 0{,}06}{5} = 0{,}042$ g $= 0{,}084\,\%$ Essigsäure vorhanden. Die Bestimmung geschieht gewöhnlich nur bei Weinen, die dem Geschmack durch deutlichen „Stich" auffallen.

Will man die nichtflüchtigen Säuren bestimmen (als Weinsäure ausgedrückt), so subtrahirt man die für flüchtige Säuren gefundene Anzahl cbcm $^1/_5$ Natronlauge von der durch direkte Titrirung der gleichen Weinmenge gefundenen und multiplizirt die Differenz mit $\frac{0{,}075}{5}$, also 0,015.

Beispiel.

Beispiel: 50 Wein verbrauchen direkt titrirt 18,8 cbcm $^1/_5$ Normalnatronlauge,
das Destillat von 50 cbcm verbraucht 3,5
Also 15,3 . 0,015 = 0,230,
der Gehalt an fixer Säure als Weinsäure = 0,460 %.

8. Die einzelnen organischen Säuren und der Weinstein.

§ 393. Die Untersuchung eines Weines auf einen Gehalt an freier Weinsäure, die quantitative Bestimmung etwa vorhandener freier Weinsäure und des Weinsteins, ebenso die Bestimmung von Citronen- und Bernsteinsäure ist von zu geringem hygienischem Interesse, um hier mitgetheilt zu werden. Die einzelnen organischen Säuren und der Weinstein.

9. Gerbstoff.

§ 394. Alle Gerbstoffbestimmungen bestimmen den Weinfarbstoff mit; es werden solche Analysen auch nur mit Rothwein angestellt. Gerbstoff.

Zur genauen Bestimmung ist eine umständliche Methode von Löwenthal-Neubauer-Schröder zu empfehlen, bei der man den mit Indigolösung versetzten Wein so lange mit Kaliumpermanganat bei Gegenwart von Schwefelsäure versetzt, bis die blaue Farbe verschwunden ist. (Bericht über die Verhandlung der Kommission zur Feststellung einer einheitlichen Methode der Gerbstoffbestimmung, geführt am 10. November 1883 zu Berlin. Cassel. Fischer. 1885. Siehe Borgmann, Analyse des Weins S. 99). Genaue Bestimmung.

Zu annäherenden Bestimmungen empfiehlt Barth (sich an den Kommissionsbeschluss anlehnend und ihn verbessernd): Annähernde Bestimmung.

Man versetzt 12 cbcm Wein mit 30 cbcm Weingeist, schüttelt um, lässt absitzen, filtrirt 35 cbcm (entsprechend 10 cbcm des ursprünglichen Weines) ab, dunstet dieselben auf ca. 6 cbcm ein, füllt mit Wasser auf 10 cbcm auf. Man stumpft, wenn nöthig, die freie Säure bis auf 0,5 g in 100 cbcm ab, fügt 1 cbcm einer 40%igen Natriumacetat- und schliesslich — unter Vermeidung eines Ueberschusses — 10%ige Eisenchloridlösung hinzu. Es entsteht nun ein Niederschlag, aus dessen Volum nach 24stündigem Absitzen sich der Gerbsäuregehalt ergiebt. Um das Volum genau ablesen zu können, nimmt man die Bestimmung in Reagenzgläsern vor, die in ihrem oberen Theile 18 mm, in ihrem unteren Theile verengt (8 mm weit) und graduirt sind. Es bedeuten:

cbcm Niederschlag in 24 h	Gerbstoffgehalt des Weines	cbcm Niederschlag in 24 h	Gerbstoffgehalt des Weines
0,1	0,003 %	1,0	0,033 %
0,2	0,007	2,0	0,066
0,3	0,010	3,0	0,10
0,4	0,013	4,0	0,13
0,5	0,017	5,0	0,17
0,6	0,020	6,0	0,20
0,7	0,023	9,0	0,30
0,8	0,027	12,0	0,40
0,9	0,030		

Setzt sich aus irgend einem Grunde der Niederschlag nicht ab, so verhält sich die Farbe und die Durchsichtigkeit der dickeren und dünneren Schicht im Reagenzglase so:

Gehalt	Farbe	Durchsichtigkeit der dicken Schicht	Durchsichtigkeit der dünnen Schicht
0,05 %	schwarz-blau-grau	undurchsichtig	schwachdurchscheinend
0,02	" " "	durchscheinend	durchsichtig
0,01	dunkelblaugrau	deutlich durchsichtig	deutlich durchsichtig
0,005	lichtblaugrau	" "	" "
0,002	deutlich grünlich-gelb	" "	" "
0,001	sehr schwach gr.-gelb	" "	" "

Ferner wurde vorgeschlagen (Girard), ca. 5 g Darmsaite (bevor sie geölt ist) in Wasser aufzuweichen, wiederholt zu waschen, aufzudrehen, zu trocknen und nach dem Wiegen ein paar Tage mit 100 cbcm Wein stehen zu lassen. Nach dem Abwaschen und Trocknen der nun gegerbten Membran bis zur Gewichtskonstanz erfährt man den ungefähren Gerbstoffgehalt aus der Gewichtszunahme.

10. Zucker.

Zucker.

§ 395. „Der Zucker ist nach Zusatz von Natriumkarbonat nach der Fehling'schen Methode (unter Benützung getrennter Lösungen nach S. 259) und bei zuckerreichen Weinen (d. h. Weinen, die über 0,5 g Zucker in 100 cbcm enthalten) unter Berücksichtigung der von Soxhlet bezw. Allihn angegebenen Modifikationen zu bestimmen (siehe S. 262) und als Traubenzucker zu berechnen. Stark gefärbte Weine sind bei niederem Zuckergehalt mit gereinigter Thierkohle, bei hohem Zuckergehalt über 0,5 % mit Bleiessig zu entfärben und dann mit Natriumkarbonat zu versehen (näheres hierüber S. 439).

Deutet die Polarisation auf Vorhandensein von Rohrzucker hin (vergl. unter Polarisation), so ist der Zucker nach Inversion der Lösung (Erhitzen mit Salzsäure, S. 440 in der angeführten Weise nochmals zu bestimmen. Aus der Differenz ist der Rohrzucker zu berechnen."

Die Entfärbungsmittel entfernen den Farbstoff und Gerbstoff, die ebenfalls reduziren; da Thierkohle aus stärkeren Zuckerlösungen auch Zucker zurückhält, so ist ihre Anwendung für stark zuckerhaltige Weine unzulässig.

Orientirung über Zuckergehalt.

Barth empfiehlt zur Orientirung über den Gehalt an reduzirendem Zucker: 5 cbcm des alkalisirten Weines werden mit 3 cbcm Fehling'scher Lösung in ein Reagenzröhrchen gebracht und im lebhaft kochenden Wasserbad erwärmt, bis die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit vollkommen klar ist; wenn die letztere noch deutlich blaue Färbung zeigt, so setzt man weitere 5 cbcm Wein zu. Tritt nun nach dem Klären Entfärbung ein, so liegt der Zuckergehalt zwischen 0,2 und 0,1 %, bleibt auch jetzt noch ein blauer Farbenton zurück, so enthält der Wein weniger als 0,1 % Zucker. Beträgt der Zuckergehalt mehr als 0,2 und weniger als 0,5 %, so ist der Versuch mit 5 cbcm Fehling'scher Lösung und den entsprechenden Mengen Wein zu wiederholen, ist der Gehalt an Zucker aber grösser als 0,5 %, dann ist letzterer genauer zu ermitteln unter Berücksichtigung von Seite 262. Zweckmässig lässt sich auch der Reischauer'sche Stern (Seite 264) für die Bestimmung kleiner Zuckermengen verwenden.

Polarisation.

11. Polarisation.

Entfärbung.

§ 396. Zur Untersuchung im Polarisationsapparat muss der Wein entfärbt werden. Hierzu verfährt man folgendermassen:

„1. Bei Weissweinen. 60 cbcm Wein werden in einem Maasscylinder mit 3 cbcm Bleiessig versetzt und der Niederschlag abfiltrirt. Zu 31,5 cbcm des Filtrats setzt man 1,5 cbcm einer gesättigten Lösung von Natriumkarbonat, filtrirt nochmals und polarisirt das Filtrat. Man erhält hierdurch eine Verdünnung von 10:11, die Berücksichtigung finden muss.

2. Bei Rothweinen. 60 cbcm Wein werden mit 6 cbcm Bleiessig versetzt und zu 33 cbcm des Filtrats 3 cbcm der gesättigten Natriumkarbonatlösung gegeben, nochmals filtrirt und polarisirt. Die Verdünnung beträgt hierbei 5 : 6. Die obigen Verhältnisse (bei Weiss- und Rothweinen) sind so gewählt, dass das letzte Filtrat ausreicht, um die 220 cbcm lange Röhre, deren Kapacität etwa 28 cbcm beträgt, zu füllen.

Das Filtrat vom Bleiessigniederschlage muss farblos sein; wenn dies mit den angegebenen Mengen Bleiessig nicht erreicht wird, wie es bei sehr tief gefärbten Rothweinen südlicher Länder wohl vorkommt, so ist der Zusatz von Bleilösung und demgemäss der spätere Zusatz von Natriumkarbonatlösung entsprechend zu vergrössern.

Das Abfiltriren des ersten Bleiniederschlages vor der Ausfällung des Bleiüberschusses durch Natriumkarbonat ist durchaus nöthig, weil sonst das Natriumkarbonat auch auf die Bleiverbindung des Farbstoffes einwirken würde, so dass man zuletzt schmutzig gelbbraune oder grüne Flüssigkeiten erhielte, die sich nicht polarisiren lassen.

An Stelle des Bleiessigs können auch möglichst kleine Mengen von gereinigter Thierkohle zum Entfärben verwendet werden. In diesem Falle ist ein Zusatz von Natriumkarbonat für die Polarisation nicht erforderlich, auch wird das Volumen des Weines nicht verändert."

Die Untersuchung auf Polarisation wird stets in einem 220 mm langen Rohre vorgenommen.

In reinem Wein kommen folgende auf die Polarisationsebene des Lichtes wirkende Substanzen vor: Drehende Substanzen im Wein.

1. Geringe Mengen Dextrose und Lävulose. Nur in Ausleseweinen und Südweinen finden sich grössere unvergohrene Zuckermengen, unter denen die Lävulose als schwerer vergährbar überwiegt.

2. Weinsäure (rechts drehend) und einige nicht näher bekannte Bestandtheile.

Ausgegohrene Weine, die als Möste künstlich versüsst wurden, verhalten sich, wenn nur Invertzucker, Rohrzucker oder krystallisirter, reiner Traubenzucker verwendet wurde[1]) im Polarisationsapparat wie gewöhnliche Weine; war der Zuckerzusatz sehr gross, so dass nicht die ganze Menge vergähren konnte, so könnten analoge Verhältnisse wie bei den Ausleseweinen beobachtet werden (Linksdrehung), aber natürlich auch durch nicht invertirten Rohrzucker oder (selten) unvergohrenen Traubenzucker, auch Rechtsdrehung. Der Rohrzucker ist aber meist durch die Hefe invertirt; Invertzucker dreht nach links.

Ist unreiner Traubenzucker (Stärkezucker, vergl. Seite 395) zugesetzt, so findet man neben etwa noch unvergohrener Dextrose mehr weniger grosse Mengen einer mit dem Dextrin verwandten, stark rechtsdrehenden Substanz Amylin (Béchamp) oder Gallisin (Schmitt-Wiesbaden). Letzterer hat die Substanz isolirt und näher studirt. (Mittheilungen a. d. amtl. Lebensmitteluntersuchungsanstalt Wiesbaden. Direktor Schmitt. 1883/84.) Der Körper ($C_{12}H_{24}O_{10}$) Amylin, Gallisin.

1) Da reiner Traubenzucker sehr theuer ist, so wird von den sorgfältigeren Fälschern fast nur Rohr- oder Invertzucker verwendet.

ist u. a. in Aether unlöslich, in absol. Alkohol fast unlöslich, leicht in Wasser und wässerigem Alkohol. Er reduzirt Fehling'sche Lösung und geht in wässriger Lösung mit Oxalsäure lange Zeit auf 105° erhitzt, langsam in Traubenzucker über. Er dreht sehr stark nach rechts $\alpha j =$ ca. 80°. In 11 käuflichen festen Stärkezuckerarten sind 7—21% davon gefunden.

Wild'sche Grade.

Die Deutung der bei der Polarisationsbestimmung erhaltenen Resultate, die nach den Berliner Beschlüssen in Grade nach Wild[1]) umzurechnen sind, geschieht (wörtlich nach Borgmann) durch folgende Ueberlegung und weitere Untersuchung.

I. Der Wein zeigt bei der Polarisation keine Drehung.

Es ist dies das Verhalten der meisten reinen vergohrenen Weine.

Die Polarisation kann aber auch beeinflusst sein durch die gleichzeitige Gegenwart der unvergährbaren Stoffe des käuflichen Kartoffelzuckers, welche rechts drehen und von linksdrehendem Zucker; oder durch die Gegenwart von rechtsdrehendem Rohrzucker und linksdrehendem Invertzucker, so dass sich in beiden Fällen die Rechts- und Linksdrehung aufhebt.

a) Man setzt in einem Kölbchen zu 50 cbcm Wein 5 cbcm verdünnte Salzsäure von 1,1 spec. Gewicht, erhitzt 10 Minuten lang im Wasserbade und polarisirt nach dem Entfärben mit Bleiessig.

Bei Gegenwart von unvergohrenem Rohrzucker dreht der Wein jetzt nach links, da der Rohrzucker durch das Erhitzen mit Säure in linksdrehenden Invertzucker umgewandelt worden ist.

b) Man versetzt 50 cbcm des entgeisteten und wieder auf das ursprüngliche Volumen aufgefüllten Weines in einem Kölbchen mit gut ausgewaschener Hefe und erwärmt so lange im Wasserbade auf 30° C, bis die Gährung beendet ist, welches man an dem Aufhören der Kohlensäureentwicklung erkennt. Die Dauer der Gährung richtet sich nach der in dem Weine enthaltenen Menge Zucker; doch ist dieselbe selbst bei sehr zuckerhaltigen Weinen in 2—3 Tagen beendet. Bei Weinen, welche keine Drehung zeigen, tritt entweder gar keine Drehung ein, oder dieselbe hört schon nach einem Tage auf. Alsdann entfärbt man mit Bleiessig und polarisirt[2]).

Dreht der Wein jetzt nach rechts, so ist die gleichzeitige Gegenwart von linksdrehendem Zucker und den unvergährbaren Stoffen des käuflichen Kartoffelzuckers erwiesen.

Wurde bei a und b keine Veränderung der Drehung beobachtet, so ist die Abwesenheit von unvergohrenem Rohrzucker, von den unvergährbaren Stoffen des Kartoffelzuckers und von linksdrehendem Zucker sicher festgestellt.

II. Der Wein dreht bei der direkten Polarisation nach rechts.

Diese Rechtsdrehung kann veranlasst sein durch die Gegenwart von unvergohrenem Rohrzucker, durch die unvergährbaren Stoffe des Kartoffelzuckers oder durch beide zugleich.

Man invertirt den Wein nach Ia:

a) Der Wein dreht nach dem Invertiren nach links; derselbe enthält dann unvergohrenen Rohrzucker.

b) Der Wein dreht mehr als + 0,8° Wild nach rechts. Die Gegenwart der unvergährbaren Stoffe des käuflichen Kartoffelzuckers ist erwiesen.

c) Der Wein dreht weniger als + 0,8° Wild und mehr als + 0,3° Wild. (Reine Weine können auch eine Drehung bis + 0,3° Wild zeigen.)

---

1) 1° Wild = 4,6043° Soleil; 1° Soleil = 0,2172 Wild; 1° Wild = 2,8900° Ventzke-Soleil; 1° Ventzke-Soleil = 0,3460° Wild. Die Grade von Schmidt und Hänsch sind gleich denen von Ventzke-Soleil.

2) Enthält der Wein keinen reduzirenden Zucker (resp. unter 0,3%), so kann man den Gährungsversuch unterlassen.

In letzterem Falle (c) verfährt man zur Abscheidung etwa vorhandener (rechtsdrehender) Weinsäure so:

„210 cbcm des Weines werden in einer Porzellanschale unter Zusatz von einigen Tropfen einer 20prozentigen Kaliumacetatlösung auf dem Wasserbade zu dünnem Syrup eingedampft. Zu dem Rückstande setzt man unter beständigem Umrühren nach und nach 200 cbcm Weingeist von 90 Vol.-Prozent. Die weingeistige Lösung wird, wenn vollständig geklärt, in einen Kolben abgegossen oder filtrirt und der Weingeist bis auf etwa 5 cbcm abdestillirt oder abgedampft.

Den Rückstand versetzt man mit ca. 15 cbcm Wasser und etwas in Wasser aufgeschwemmter Thierkohle, filtrirt in einen kleinen graduirten Cylinder und wäscht solange mit Wasser nach, bis das Filtrat 30 cbcm beträgt.

Zeigt dasselbe bei der Polarisation jetzt eine Drehung von mehr als + 0,5° Wild, so enthält der Wein die unvergährbaren Stoffe des käuflichen Kartoffelzuckers (Amylin)."

III. Der Wein dreht bei der direkten Polarisation nach links.

Der Wein enthält alsdann noch unvergohrenen linksdrehenden Zucker, der entweder von dem ursprünglich im Moste enthaltenen Zucker herrühren kann, oder sich durch Inversion aus dem Moste zugesetzten Rohrzucker gebildet hat. Der Wein kann aber auch zu gleicher Zeit die unvergährbaren Bestandtheile des Kartoffelzuckers enthalten, und unvergohrenen und noch nicht invertirten Rohrzucker.

1. Man lässt den Wein nach I b vergähren und polarisirt nach dem Vergähren.
   a) Der Wein dreht jetzt + 0; er enthält nur linksdrehenden Zucker.
   b) Der Wein dreht nach rechts. Neben linksdrehendem Zucker sind auch die unvergährbaren Stoffe des käuflichen Kartoffelzuckers zugegen.

2. Man invertirt den Wein nach I a. Die Linksdrehung hat nach dem Invertiren zugenommen. Der ursprüngliche Wein enthält ausser linksdrehendem Zucker auch noch unvergohrenen nicht invertirten Rohrzucker.

Neuestens hat E. List (Chem. Ztg. 1890. S. 805) die wichtige Beobachtung gemacht, dass eine Reihe fränkischer Weine, die zwischen + 0,3 und + 0,8 drehten (der Alkoholauszug nach Nessler bis + 3,7), mit frischer kräftiger Hefe versetzt durch Gährung optisch inaktiv wurden. Er bezieht die Rechtsdrehung „auf eine schwer vergährbare Dextrose", wie sie v. Raumer und neuestens Mader (Arch. f. Hyg. X) in Honig gefunden haben. Aeusserste Vorsicht in der Beurtheilung dieser Fragen ist jedenfalls für den Nichtgeübten Pflicht, übrigens ist die ganze Angelegenheit meines Erachtens hygienisch lange nicht so wichtig, wie meist angenommen (Seite 449).

12. Gummi.

§ 397. Zur Ermittelung eines etwaigen Zusatzes von Gummi versetzt man 4 cbcm Wein mit 10 cbcm Weingeist von 96 Vol.-Proz. Bei Anwesenheit von Gummi wird die Mischung milchig trübe und klärt sich auch nach vielen Stunden nicht vollständig. Der entstehende Niederschlag haftet zum Theil am Boden und der dem Lichte abgewendeten Glaswandung und bildet feste Klümpchen. In echtem Weine entstehen nach kurzer Zeit Flocken, welche sich bald absetzen und ziemlich locker bleiben. Zur näheren Prüfung empfiehlt es sich, den Wein zu Syrupdicke einzudampfen, mit Weingeist von obiger Stärke auszuziehen und den unlöslichen Theil in Wasser zu lösen. Man versetze diese Lösung mit etwas Salzsäure (vom specifischen Gewichte 1,10), erhitzt unter Druck zwei Stunden lang und bestimmt dann den Reduktionswerth mit Fehling'scher Lösung unter Berechnung auf Dextrose. Bei echten Weinen erhält man auf diese Weise keine irgend erhebliche Reduktion. (Dextrine würden auf dieselbe Weise zu ermitteln sein.) Gummi.

13. Asche und einzelne Aschebestandtheile.

§ 398. Der Extrakt von 50 cbcm Wein wird nach dem Wiegen bei gelinder Temperatur verascht, ganz nach Seite 251. Brennt die Asche nur langsam Asche.

Chlor. und schwer weiss, knistert sie, so ist sie abnorm reich an Chlor. Chlor kann in der Asche nach vorsichtigem genauem Neutralisiren mit chlorfreier Salpetersäure wie im Wasser (S. 201) oder gewichtsanalitisch als Chlorsilber bestimmt werden.

Schwefelsäure. Schwefelsäure wird direkt im Wein wie im Wasser bestimmt (S. 202); eine quantitative Prüfung wird nur ausgeführt, wenn die qualitative Prüfung auf das Vorhandensein ungewöhnlicher Mengen derselben schliessen lässt.

Orientirung. Zur Orientirung über die vorhandene Schwefelsäuremenge empfiehlt Barth folgendes Verfahren:

Man bereitet sich eine Chlorbaryumlösung von bestimmtem Gehalt, indem man 14 g reines trockenes krystallisirtes Chlorbaryum unter Beigabe von 50 cbcm Salzsäure zum Liter löst. Verwendet man zur Prüfung 10 cbcm Wein, dann entspricht 1 cbcm verbrauchter Chlorbaryumlösung einem Gehalt von 1 g Kaliumsulfat im Liter Wein. Es werden also je 10 cbcm Wein mit 0,7, 1, 1,5, 2 cbcm und wenn nöthig mehr Chlorbaryumlösung versetzt; man kocht, lässt absitzen, filtrirt und prüft das klare Filtrat mit Chlorbaryumlösung. Der Schwefelsäuregehalt ist grösser, als dem Chlorbaryumzusatze einer Probe entspricht, wenn in deren Filtrat auf weiteren Zusatz noch ein Niederschlag resp. eine Trübung entsteht, — kleiner, wenn das Filtrat klar bleibt.

Phosphorsäure. „Phosphorsäure wird in Weinen mit nicht deutlich alkalisch reagirender Asche so bestimmt, dass der Wein mit Natriumkarbonat und Kaliumnitrat eingedampft, der Rückstand schwach geglüht und mit verdünnter Salpetersäure aufgenommen wird, alsdann ist die Molybdänmethode anzuwenden. Reagirt die Asche erheblich alkalisch, so kann die salpetersaure Lösung derselben unmittelbar zur Phosphorsäurebestimmung verwendet werden."

Schwermetalle. Auf giftige anorganische Bestandtheile wird theils die Asche (Metalle), theils der Wein direkt geprüft (Arsen), wenn ein entsprechender Verdacht vorliegt.

Giftige Metalle. Giftige Metalle sind schon durch die verschiedensten Ursachen in den Wein gelangt, z. B. Verwendung von Arsenik statt Gips aus Versehen, Reinigen von Fässern mit arsenhaltiger Schwefelsäure, Aufbewahren oder Behandeln in oder mit zink- und bleihaltigem Geschirr, Reinigen von Flaschen mit Bleischrot, ja früher sogar häufig durch Versüssung der Weine mit Bleizucker u. s. f. Kupfer gelangt durch das Besprengen der Weinberge mit Kupferpräparaten (gegen die Reblaus) nur in hygienisch gleichgültigen Spuren in den Wein, etwa 0,1—0,9 mg pro Liter.

Baryum. Baryumgehalt könnte durch den gefährlichen Versuch reichliche Sulfate (vom Gipsen her) durch Chlorbaryum aus dem Wein zu entfernen, hineinkommen, wenn ein Baryumüberschuss angewendet wird.

14. **Konservirungsmittel** (S. 276 u. 277), **Stickstoff** (S. 254).

15. Farbstoffe [1].

Farbstoffe. § 399. Rothweine sind häufig werthvoller als Weissweine gleicher Lage, blasse Rothweine werthloser als intensiv gefärbte — es ist daher seit langem

[1]) Weissweine, namentlich die goldfarbigen Südweine, werden zuweilen mit gebranntem Zucker (Caramel) gefärbt. Diese unschuldige Färbung soll durch Versetzen mit frischem Hühnereiweiss erkennbar sein, das man durch ein Flanelläppchen gepresst und mit dem gleichen Volum 15%igen Alkohols verdünnt hat. Normale Weissweine geben mit dieser Eiweisslösung starke Trübung und wesentlich helleres Filtrat als der ursprüngliche Wein, gefärbte nicht.

vielfach üblich, solche Weine zu färben. — Die gewaltige Litteratur des Gebietes enthält so viel werthloses, dass es zu begrüssen ist, dass kürzlich Hasterlick im Hilger'schen Laboratorium (Kritische Studien über die bisherigen Methoden zum Nachweis fremder Farbstoffe im Wein. Dissertat. Erlangen 1889) eine vielseitige Prüfung der neueren Methode angestellt hat. Die folgenden Angaben sind meist seiner Schrift entlehnt, daselbst auch viele Litteraturcitate.

1. Pflanzenfarbstoffe[1]: Heidelbeeren, Malven, Hollunder, Kermesbeere, (Phytolacca). Die drei ersten Farbstoffe haben unter sich und mit dem Rothweinfarbstoff sehr ähnliche Eigenschaften. Nur Phytolaccafarbstoff lässt sich sicher (auch in einem Gemische von Rothwein) durch die Rothviolettfärbung des auf Bleiacetatzusatz entstehenden Niederschlags erkennen, die anderen Farbstoffe geben graublaue bis blaugrüne oder grün gefärbte Niederschläge mit diesem Reagenz, die höchstens, wenn kein Rothweinfarbstoff daneben vorhanden ist, unterschieden werden können. — Aetzkalk gestattet selbst keine sichere Erkennung, wenn gefärbter Weisswein ohne Rothweinbeimischung vorliegt. Pflanzenfarbstoffe.

In den letzten Jahren dient unter dem Namen „Maqui" die Frucht der chilenischen Tiliacee Aristotelia Maqui zur Weinfärbung, namentlich in Frankreich. Der Farbstoff steht dem Weinfarbstoff nahe, durch Zusatz von 10 cbcm 1/2prozentiger Sodalösung zu 2 cbcm Wein erhält man blaugrüne bis grünliche Farbe, die beim Erwärmen bestehen bleibt oder nur wenig abblasst, während bei Anwesenheit von reichlichen Mengen Maquifarbstoff eine gelblich-grüne Farbe entsteht, die beim Erwärmen rasch in reines Gelb umschlägt (Lajoux). Maqui.

2. Theerfarbstoffe. Zahlreiche Theerfarbstoffe sind schon versuchsweise rein und in Gemischen zur Weinfärbung verwendet, seitdem 1878 das Fuchsin den Anfang machte. Selbst die Chemiker sind meist ausser Stande, genau den fraglichen Farbstoff anzugeben, wenn sie auch die Anwesenheit einer Theerfarbe ausser Frage stellten. Sicher sind (nach Hasterlick) Theerfarbstoffe vorhanden, wenn folgende Reaktionen gelingen: Theerfarbstoffe.

1. Beim Ausschütteln des schwach mit Alkali übersättigten Weines mit Amylalkohol färbt sich letzterer roth. Nachweis mit Amylalkohol.

2. Beim Ausschütteln des Weines mit Aether färbt sich letzterer deutlich roth. Mit Aether.

3. Fuchsin wird sicher dadurch entdeckt, dass man 100 cbcm Wein mit 5 cbcm Ammoniak und 30 cbcm Aether schüttelt, der Aether bleibt jetzt farblos. Hebt man ihn ab und lässt denselben in einem Uhrglas über einem Wollfaden vollkommen verdunsten, so wird der Faden rosa, wenn auch nur Fuchsinspuren da sind. Spezieller Fuchsinnachweis.

4. (Nach Cazeneuve.) Man schüttelt 10 cbcm Wein in der Kälte mit 0,2 g Quecksilberoxyd eine Minute lang und filtrirt nach dem Absetzen durch ein drei- bis vierfaches feuchtes Filter. Eine zweite Portion behandelt man ebenso, nur kocht man nach dem Schütteln vor dem Filtriren einmal auf. Das Mit Quecksilberoxyd.

---

[1] In Deutschland wird gewöhnlich gar nicht auf Pflanzenfarben untersucht, der schlechten Methoden wegen. Auf den Nachweis der Farbholzabkochungen trete ich nicht ein, Lackmusfarbstoffe (Orseille etc.) verrathen sich durch Blaufärbung mit Alkalien.

Filtrat muss klar sein; ein trübes Filtrat beweist nur, dass das Schütteln, Aufkochen und Absitzen länger hätte dauern sollen. Ist das Filtrat nicht farblos, so sind Theerfarbstoffe nachgewiesen.

Erythrosin, Eosin, Methylenblau und einige andere blaue Farben entgehen so der Analyse, da sie mitgefällt werden. Eine Reihe anderer Farbstoffe werden theilweise gefällt, so: Safranin, Chrysoidin, Chrysoin, Methyleosin, Gelb II, Roth NN, Roth I, Ponceau RR.

Mit Hefe.

5. (Nach Carpenne, verbessert von mir.) Man macht Ausstrichpräparate von Presshefe oder sonstiger Hefe auf Deckgläsern und lässt trocknen. Dann lässt man die Deckgläser vier Stunden auf einem Uhrglas gefüllt mit dem betreffenden Weine schwimmen.

Wie E. Heitzmann in meinem Laboratorium fand, lassen sich so bei einiger Uebung eine sehr grosse Zahl von Farbstoffen durch deutliche Rothfärbung der Zellen erkennen, während 10 verschiedene echte Rothweine nur eine schwach bräunliche Farbe gaben. 3—5 Milligramm von 17 verschiedenen Farbstoffen auf 1 Liter Rothwein konnte Heitzmann in 3 Versuchen fast fehlerlos erkennen. in denen ich ihm gefärbte und ungefärbte Rothweine, über die er nichts wusste, zur Untersuchung gab. Dreistere Zusätze, 5 bis 10 mg pro Liter, geben sehr auffallende Bilder.

Kein sicheres Resultat ergiebt Ausschütteln des nicht alkalisirten Weines mit Amylalkohol, da saurer, namentlich junger Wein, zuweilen etwas Rothfärbung des Amylalkohol bedingt. Immerhin genügen, wie Heitzmann fand, von Fuchsin schon 0,5, von Säurefuchsin 2,5 mg, von vielen anderen 2—3 mg pro Liter Wein, um die Färbung des Amylalkohols sehr viel intensiver und feuriger zu machen, als sie jemals durch Wein allein wird.

Liefert der amylalkoholische Auszug, oder die Ausschüttelung des gefärbten Amylalkohols mit destillirtem Wasser im Spektralapparat ein oder zwei deutliche Bänder zwischen C und E, namentlich aber D und E, so liegt ein Theerfarbestoff vor (siehe Seite 15).

Der Spektralnachweis von Fuchsin und Säurefuchsin ist äusserst empfindlich in solchen Auszügen; Weinfarbstoffe und andere Pflanzenfarbstoffe sind wenig für den spektroskopischen Nachweis geeignet, ebenso ist es unthunlich, mit Theerfarbstoffen gefärbte Rothweine direkt spektroskopisch zu untersuchen.

B. Die häufigsten Verfahren zur künstlichen Verbesserung und Vermehrung des Weines.

Künstliche Weinverbesserung ohne Volumsvermehrung.

§ 400. A. Verfahren, bei denen das Volumen nicht (wesentlich) vermehrt wird.

1. Alkoholzusatz zum fertigen Wein macht ihn stärker und haltbarer (Vinage).
2. Zusatz von Estern (Essenzen, Weinölen, Bouquets) macht ihn würziger und duftender.
3. Zusatz von Glycerin macht ihn süsser, vollmundiger (als Scheelisiren bezeichnet); angeblich in Norddeutschland viel geübt.
4. Zusatz von Gips zu den gekelterten Trauben. Gipsen wird namentlich (oder nur) bei rothen Trauben ausgeführt; die Weinfarbe wird dadurch feuriger, die Weine werden rascher klar und versandtfähig durch Begünstigung der Gährung.

Dabei findet folgende Umsetzung statt:

$$SO_4Ca + C_4H_5KO_6 = SO_4HK + C_4H_4CaO_6$$

Gips — Saures weins. Kalium — Saur. schwefels. Kalium — Weinsaurer Kalk

Nach Kayser (Rep. d. anal. Chem. 1882, S. 65) geht die Umsetzung weiter.

$$SO_4HK + PO_4H_2K = SO_4K_2 + PO_4H_3$$

S. schwefels. Kalium — saur. phosphs. Kal. — neut. schwefels. Kal. — Phosphorsäure

Doch ist diese letztere Reaktion noch streitig und von vielen bezweifelt.

5. Zusatz von Marmorpulver zum Most um freie Säure zu binden (Chaptalisiren), eventuell in Verbindung mit Zuckerzusatz (siehe Punkt 9). Bei vorsichtigem Marmorzusatz wird weinsaurer Kalk statt Weinstein ausgeschieden; bei dreistem Zusatz entstehen leicht unangenehm schmeckende, äpfelsaure lösliche Kalksalze aus der freien Aepfelsäure.
6. Zusatz von rothen Pflanzen- und Theerfarbstoffen (Seite 442 u. 443).
7. Zusatz von Konservirungsmitteln: Neben dem bisher unersetzlichen Einbrennen der Fässer mit Schwefel, Zusatz von schwefligsauren Salzen, Salicylsäure etc.

B. Methoden, die das Volumen vermehren: Mit Volumvermehrung.

8. Alkohol und Wasser (eventuell auch Glycerinzusatz) zum fertigen Wein (Mouillage).
9. Nach Gall. Zu saurer Most wird mit Wasser verdünnt bis der Säuregehalt normal (ca. 1/2 %) ist, und dann Rohr- oder Traubenzucker zugesetzt, bis derselbe ca. 20—30 % Zucker enthält (Gallisiren).
10. Nach Pétiot. Man presst die einmal ausgepressten Weintrester noch ein oder einigemal mit Zuckerwasser ab, den so erhaltenen „Nachwein, Tresterwein, Piquettewein", bringt man für sich oder mit wirklichen Wein zum Genuss (Petiotisiren).

    Pezeyre räth z. B. die Trauben, die sonst 100 Liter Naturwein lieferten, nochmals mit 100 Liter warmem Wasser + 17 Kilo Zucker + 300 g Weinsäure auszupressen — das Getränk soll durch den Geschmack von der ersten Pressung (premier jus) nicht zu unterscheiden sein und eine dritte Pressung noch einen guten Nachwein liefern. Andere erzielen noch grössere „Wein"mengen. Tresterweine sind meist reich an Bouquetstoffen und enthalten oft noch etwas unvergohrenen Zucker.

11. Hefeweine erhält man, wenn man Zuckerwasser mit Weinhefe unter Weinsäurezusatz vergähren lässt.

In neuerer Zeit wird auch viel Wein durch Gährung aus Wasser und Rosinen erzeugt, unter gelegentlicher Zufügung von zweckentsprechenden Zusätzen. Ja, es soll sogar eine „Weinerzeugung" aus Wasser, Zucker, Weinsäure und Alkohol, also aus rein künstlichen Ingredienzien geübt werden.

C. Beurtheilung des Weines.

§ 401. An den Nahrungsmittelchemiker wird die Frage gestellt, ob ein untersuchter Wein ein reiner Naturwein, ja oft, ob er den Angaben der Etiquette über Abstammung und Alter entspreche, ev. was für Zusätze er erfahren habe. Der Hygieniker kann und soll nur entscheiden: Aufgabe der Beurtheilung durch den Hygieniker.

1. Ob ein vorliegender Wein frei von gesundheitsschädlichen Stoffen ist, d. h. ob auch bei wiederholtem und reichlichem Genusse desselben keine anderen Gesundheitsstörungen zu befürchten sind, als sie erfahrungsgemäss auch der Genuss ähnlicher Mengen reinen Weines mit sich bringt.

2. Ob der Wein geeignet ist, als Genussmittel zu dienen. Die Anforderungen in diesem Sinne müssen natürlich je nach dem Zwecke, dem der Wein dienen soll, verschiedene sein; jedenfalls darf keine ekelerregende Beschaffenheit vorhanden sein und kein ekelerregender Zusatz stattgefunden haben[1]).

Hiermit ist klar der Standpunkt gekennzeichnet, den allein meines Erachtens die Hygiene logischer Weise einnehmen kann.

Weinverbesserung im hygienischen Sinne.

Im Gegensatze vielfach zur bestehenden Gesetzgebung, zu den Bestrebungen so vieler Vereine, zu den Wünschen zahlreicher Konsumenten und Produzenten von Wein kann die Hygiene einen Wein, der den hygienischen Anforderungen entspricht, nicht beanstanden, wenn auch die Analyse oder das Geständniss des Fabrikanten künstliche Zusätze unzweifelhaft machen; sie muss dagegen sogar unter Umständen vor einem reinen Wein schlechtester Beschaffenheit als gesundheitsschädlich warnen. Es giebt also für die Hygiene eine wirkliche Weinverbesserung, die sie nur loben und empfehlen kann.

Beispielsweise erhielt R. Kayser (Vereinbar. der bayr. Chem. S. 174) in einem Versuche aus einem Moste, der 10 % Zucker und 1,2 % Säure (als Weinsäure) enthielt, den Wein A. Als er einen Theil des Mostes mit der Flüssigkeit versetzte, die er durch Digeriren und nochmaliges Auspressen der Trester mit warmen Wasser und Rohrzuckerzusatz erhielt, entstand nach dem Vergähren der Wein B. — Niemand kann im Zweifel sein, dass trotz der erheblichen Volumvermehrung ein entschieden zuträglicheres Produkt erhalten wurde, das zudem billiger zu stehen kam, während A an der Grenze der Geniessbarkeit stand und jedenfalls sehr schlecht haltbar war.

in 100 cbcm waren	Wein A (rein)	Wein B (mit Rohrzucker und Wasser)
Alkohol	3,85 g	6,02 g
Extrakt	2,32	2,02
Mineralstoffe	0,26	0,23
Säure (auf Weinsäure berechnet)	0,945	0,59
Glycerin	0,520	0,86
Zucker	wenig	wenig.

Verschiedene Beurtheilung der Weinverbesserung.

Ich brauche also auch gar nicht darauf einzutreten, wie sich die verschiedenen Korporationen, Kommissionen und Gerichtshöfe in der konkreten Frage ausgesprochen haben, welche Art von Weinverbesserung erlaubt oder verboten sei; die Urtheile stimmen oft wenig mit einander überein und sind stets vorwiegend von nationalökonomischen und sozialpolitischen Erwägungen diktirt, wenn auch oft hygienisch ausgeziert — hiervon machen die Gutachten des Gesundheitsamtes eine wohlthuende Ausnahme. Ebensowenig habe ich hier die Begriffe: Naturwein, Wein und Kunstwein „gehörig“ und „ungehörig

[1]) Eine kurze Uebersicht der hygienischen Beurtheilung der einzelnen „Weinverbesserungen“ siehe Seite 453.

gallisirter" Wein u. s. f. gegeneinander abzugrenzen — wenn auch die Hygiene eine Schaffung gesetzlicher Definitionen nur begrüssen könnte [1]).

Schwierigkeiten der Erkennung von Zusätzen

Anhangsweise sei bemerkt, dass die Weinchemiker bei aller Erfahrung und im Besitze zahlreicher Vergleichsanalysen von reinen Weinen der gleichen Gegend oft sehr grosse Schwierigkeit haben ihre Aufgaben zu lösen — ja dies zuweilen überhaupt nicht mit Sicherheit thun können. Die „Coupage", die kunstgerechte Vermischung („Verschnitt") von Weinen zur Erzielung von Sorten, die das Publikum zu kaufen liebt, ist sehr ausgebildet und erschwert natürlich dem Chemiker die Aufgabe. Aber selbst die Entdeckung von Zusätzen zum Wein ist nicht stets möglich, wenn die Fabrikanten geschickt und mit reinen Ingredienzien arbeiten. Ja es soll sogar nicht selten vorkommen, dass sich vorsichtige Weinfabrikanten erst durch Einsenden einer Probe an eine Untersuchungsanstalt überzeugen, ob die moderne Wissenschaft an dem kunstgerecht zusammengesetzten Präparate — „das ihnen zum Kaufe angeboten wurde" — irgend einen Fehler entdecken könne. Solche event. Fehler sind meist noch zu korrigiren, wenn man eine genaue Analyse besitzt! — Ein interessantes Beispiel verschiedener Beurtheilung desselben Weins siehe Pharmak. Jahresbericht 1883/84 S. 1025, zwei Gutachten von Kayser und Nessler auf übereinstimmende Analyse begründet, standen gegeneinander.

Im Folgenden sind nur insoweit Regeln zur Beurtheilung der Reinheit der Weine mitgetheit, als es im Interesse der Vollständigkeit der hygienischen Betrachtungen und zur Orientirung des Arztes über die Schlüsse des Chemikers nöthig schien, alles hierüber angeführte ist dem Bericht der „Kommission" entnommen.

Aber selbst bei der oben enger umgrenzten Fragestellung der Hygiene ist die Antwort oft nicht leicht. Da die Wirkung einer Anzahl der hier in Frage kommenden Substanzen noch wenig genau erforscht ist, viele an sich unschädliche Zusätze mehr weniger verunreinigt Verwendung finden — so wird im Allgemeinen eine vorsichtige Beurtheilung am Platze sein.

Gesetzentwurf des Gesundheitsamts.

Ganz auf den hygienischen Standpunkt stellte sich der viel kritisirte und noch nicht zum Gesetz gewordene deutsche Gesetzentwurf betreffend den Verkehr mit Wein (vergl. Chem. Ztg. 1887, Seite 367), dessen (uns einzig interessirender) § 1 mit Umgehung jeder Definition von Wein lautete:

„Wein, weinhaltige und weinähnliche Getränke, denen bei oder nach der Herstellung Baryumverbindungen, metallisches Blei oder Bleiverbindungen, Glycerin, Kermesbeeren, Magnesiumverbindungen, Salicylsäure, unreiner (freien Amylalkohol enthaltender) Sprit, unkrystallisirter Stärkezucker, Theerfarbstoffe oder Gemische, welche einen dieser Stoffe enthalten, zugesetzt worden sind, oder deren Gehalt an Schwefelsäure in 1 l Flüssigkeit mehr beträgt, als sich in

[1]) Nur soviel sei angeführt. In „Erwägungen", die die „Kommission" ihren Methoden folgen lässt, spricht sie die vernichtenden Worte über unsere jetzige vor Gericht übliche Auffassung der Weinfrage. „Findet ein Zusatz obiger Zuckerlösung (gezuckerter Tresterauszug je 2 Kilo Wasser auf 1 Kilo Zucker) in mässiger Menge zum Moste statt, so lässt sich dies weitaus in den meisten Fällen im Weine chemisch nicht nachweisen. Wird von maassgebender Seite erklärt, dass der Verkauf solcher verbesserter Getränke als „Wein" gegen das Nahrungsmittelgesetz verstosse, so vermeiden ehrliche Leute das Weinverbessern, sie können aber dann in den meisten Fällen mit anderen Produzenten und Händlern nicht konkurriren. Die Gefahr liegt sehr nahe, dass durch die Erschwerung des richtigen Verbesserns zu saurer Moste der Weinhandel in die Hände unredlicher Leute gedrängt wird.

2 g neutralen schwefelsauren Kaliums vorfindet, dürfen, sofern sie bestimmt sind, Anderen als Nahrungs- und Genussmittel zu dienen, gewerbsmässig weder feilgehalten noch verkauft werden. Dem gleichen Verbote unterliegen Getränke der vorbezeichneten Gattung, denen bei oder nach der Herstellung lösliche Aluminiumsalze (Alaun etc.) oder solche Stoffe enthaltende Gemische zugesetzt worden sind. Schaumweine unterliegem diesem Verbote nur, insoweit in 1 l mehr als 0,01 g Alaun enthalten ist."

Hygien. Beurtheilung dereinzelnen Weinbestandtheile. Alkohol.

Auch wir haben nun die hygienische Bedeutung der einzelnen analytisch ermittelten Bestandtheile zu erwägen.

1. Alkohol. Zu niedriger, natürlicher oder durch Verdünnung herbeigeführter Alkoholgehalt unter 4—5 % lässt die Weine schlecht haltbar erscheinen. Auch kranke Weine werden oft alkoholarm sein. Ein Wein mit einem Alkoholgehalt unter etwa 4 % entspricht nicht mehr den Anforderungen, die wir an Wein als alkoholhaltiges Genussmittel zu stellen gewöhnt sind.

Gegen zu hohen Alkoholgehalt ist höchstens einzuwenden, dass solcher Wein zu berauschend wirkt — doch haben ja gerade auch die besten Weine diese Eigenschaft. Immerhin erklärt sich die Hygiene mit dem Vorschlage vollkommen einverstanden, dass gezuckerte und gewässerte Weine nicht über 9 % Alkohol enthalten dürfen, da sie ein Interesse dabei hat, stark alkoholhaltige billige Getränke zu bekämpfen.

Spritzusatz.

Zur künstlichen Erhöhung des Alkoholgehaltes wird meist best raffinirter Spiritus verwendet [1]), dem keine andere Wirkung zukommt als dem durch Gährung aus Traubensaft entstandenen. Verwendung von schlecht gereinigtem, Fuselöl haltigem Spiritus bei der Weinfabrikation (nur schwierig auch vom geübten Chemiker nachzuweisen) ist toxikologisch nach Abschnitt „Branntwein" zu beurtheilen.

Bouquetstoffe.

2. Ueber die Bouquetstoffe (Ester verschiedener namentlich höherer Alkohole), die ja in jedem Wein vorkommen, gelegentlich aber einmal in abnorm hohen Dosen von Weinfabrikanten zugesetzt werden, liegt eine Arbeit von Poincaré und Valois vor (Pharmac. Zeitung 1886. Nr. 11) aus der hervorgeht, dass nur grosse Dosen dieser Stoffe als schädlich, kleine, wie sie etwa dem Weine zugesetzt werden könnten, als unbedenklich zu bezeichnen sind [2]).

Zucker.

3. Zucker. Im Anschluss an den Alkohol sei hier gleich auch der Zuckergehalt der Weine besprochen. Ausgegohrene Weine enthalten meist 0,01—0,1 höchstens 0,25 % Zucker. Ein höherer Gehalt bei einem deutschen

[1]) Die Pariser Académie de Médec. hat sich gutachtlich geäussert, dass sie den Alkoholzusatz zu Wein nach heutigem Gebrauche als gesundheitsschädlich betrachte. Gegen den Zuckerzusatz zum Most hält sie es nicht für geboten einzuschreiten, im Falle nur krystallisirter Zucker verwendet wird. Weinlaube 1886. Seite 404. Eine hygienische Begründung dieses Standpunktes erscheint mir unmöglich.

[2]) Weitere Angaben über die Arbeit kann ich leider nicht machen, da sie mir weder im Original, noch in einem ausführlichen Referat zugänglich war.

Weine, der nicht ein Auslesewein ist, bedeutet: Entweder unvollendete Gährung oder Zuckerzusatz zum fertigen Wein. In keinem Falle deutet der Zuckergehalt auf eine Gesundheitsschädlichkeit.

Zur Bereitung feinerer Weine werden die Möste zur Zeit vorwiegend nur mit Invertzucker gesüsst, den man entweder fertig (fast säurefrei) kauft oder sich auch selbst durch Inversion von reinstem Rohrzucker mit etwas Schwefelsäure darstellt. Gegen diese Produkte, die den Stoffen des Traubensaftes sehr nahe kommen, ist absolut nichts von Seite der Hygiene vorzubringen. Ebensowenig ist gegen krystallisirten Traubenzucker einzuwenden oder gegen reinen Rohrzucker, der von der Hefe erst invertirt, dann vergohren wird. Zuckerung der Möste.

Nicht so klar liegen die Verhältnisse in Betreff des Stärkezuckers, d. h. des Traubenzuckers, wie er aus Stärke hergestellt wird.

Die oben (Seite 439) erwähnten unvergährbaren Substanzen aus dem Stärkezucker Amylin resp. Gallisin galten längere Zeit für sehr giftig[1]), namentlich auf einige Versuche von Schmitz und von Nessler gestützt. Amylin, Gallisin.

Schmitz (Dissertation, Bonn 1878) hat vorwiegend Thieren subcutan syrupöse Gährungsrückstände von Kartoffelzucker eingespritzt und mit diesen Präparaten meist Schmerzen, fast jedesmal daneben Mattigkeit, Benommenheit, Zittern etc. hervorgebracht; Injektion des Extraktes von gallisirtem Wein brachte bei einem jungen Hunde mehrfaches Erbrechen hervor. Nur ein Fütterungsversuch wurde gemacht mit einem gereinigten Präparate von Neubauer – derselbe blieb wirkungslos. Zwei Versuche am Menschen, über die verschiedene Wirkung gallisirten und nicht gallisirten Weines, ergaben keine übereinstimmenden Resultate. — Nessler beobachtete 1880 an sich und Barth in 2 Versuchen durch den Genuss von bitter und widerwärtig schmeckenden alkoholfreien Gährungsrückständen Kopfweh, Schweiss und einmal Erbrechen. (Näheres bei Schmitt.)

Uebereinstimmend fanden aber in neuerer Zeit (1884) von Mehring (Deutsche Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XIV) in elf Versuchen an Thieren und Menschen und Schmitt-Wiesbaden (resp. sein ärztlicher Mitarbeiter A. Pfeiffer) in zahlreichen Experimenten gar keine Schädlichkeit sowohl von ungereinigten Gährungsrückständen und rohem Kartoffelzucker als von möglichst sorgfältig gereinigtem Gallisin und stark gallisirtem Wein an Menschen und Thieren. Schmitt giebt sogar an, sich desselben Kartoffelzuckers als Ausgangsmaterial für seine Versuche bedient zu haben, den Nessler für die seinen benützt hatte. 50 g Gallisin wurde mehrfach und an aufeinanderfolgenden Tagen, ja einmal 160 g ohne jede Wirkung genossen. — v. Mehring geht sogar soweit, die unvergährbaren Substanzen analog dem Dextrin als gute Nahrungsstoffe zu bezeichnen.

Ich muss bekennen, dass mir diese Untersuchungen die Ueberzeugung verschafft haben, dass verschiedene Umstände zusammenwirken müssen, bis einmal Stärkezucker.

1) In der neuesten Auflage des Buches von Elsner 1889 heisst es z. B. noch: Die früher oft geleugnete schädliche Wirkung des unvergährbaren Antheils des Stärkezuckers auf den menschlichen und thierischen Organismus ist nunmehr ausser allen Zweifel gestellt.

beim Gallisiren giftige Stoffe entstehen, wenn sie überhaupt entstehen; das Gallisin ist an der Giftwirkung jedenfalls unschuldig. Vorläufig glaube ich aber doch noch nicht, die Verantwortung dafür übernehmen zu können, ohne Weiteres mit Schmitt für den Kartoffelzucker zu plaidiren. Die Hygiene hat gegen Zusatz von reinem Zucker von vollkommen bekannten Eigenschaften (Traubenzucker, Rohrzucker und Invertzucker) nichts einzuwenden, aber auch keinen Grund, diesen genau bekannten Stoffen gegenüber für den unreinen Kartoffelzucker einzutreten, wenn er auch einige Pfennige billiger ist und ein vollmundiges Präparat liefert. Als Nahrungsmittel gar hat der Wein nicht zu dienen.

Saccharin.

Saccharinzusatz ist nach Seite 398 zu beurtheilen. Nach in der Versuchsstation für Wein und Obstbau in Klosterneuburg angestellten Experimenten verbessert 0,001 % Saccharin den Weingeschmack merklich, 0,002 % ganz deutlich, 0,003 % ganz auffallend. Mehr als der letztere Zusatz, d. h. 3 g pro Hektoliter, sei nicht empfehlenswerth. So kleine Mengen bezeichnet auch der „Oberste österreichische Sanitätsrath" als unschädlich.

Extrakt.

4. Extrakt. Aus dem Extraktgehalt lässt sich nichts auf eine etwaige Gesundheitsschädlichkeit schliessen; es möge aber hier der Vollständigkeit wegen die Anleitung der erwähnten Kommission kurz Platz finden, aus dem Extrakt Schlüsse zu ziehen.

„Weine, welche lediglich aus reinem Traubensafte bereitet sind, enthalten nur in seltenen Fällen Extraktmengen, welche unter 1,5 g in 100 cbcm liegen. Extraktärmere Weine sind somit zu beanstanden, falls nicht nachgewiesen werden kann, dass Naturweine derselben Lage und desselben Jahrganges mit so niederem Extraktgehalt vorkommen."

Dieser Schlussatz liefert der Vertheidigung oft einen sehr erwünschten Ausweg, indem der Beweis geführt wird, dass es schon vorgekommen sei, dass (unter den denkbar ungünstigsten Bedingungen) ein ähnlich erbärmlicher Wein gewonnen wurde.

„Nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren beträgt der Extraktrest bei Naturweinen nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen mindestens 1,1 g, nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren mindestens 1,0 g in 100 cbcm. Weine, welche geringere Extraktreste zeigen, sind zu beanstanden, wenn nicht nachgewiesen werden kann u. s. f. wie oben.

„Ein Wein, der erheblich mehr als 10 % der Extraktmenge an Mineralstoffen enthält, muss entsprechend mehr Extrakt enthalten, wie sonst als Minimalgehalt angenommen wird. Bei Naturweinen kommt sehr häufig ein annäherndes Verhältniss von 1 Gewichtstheil Mineralstoffe auf 10 Gewichtstheile Extrakt vor. Ein erhebliches Abweichen von diesem Verhältniss berechtigt aber noch nicht gleich zur Annahme, dass der Wein gefälscht sei."

Glycerin.

5. Der Glyceringehalt reiner Weine schwankt sehr bedeutend; nach Seite 432 von 0,3—1,38 %. Der Glyceringehalt steht aber, da es ein Nebenprodukt der Gährung ist, mit dem Alkoholgehalt in einem gewissen Verhältniss.

„Das Verhältniss zwischen Weingeist und Glycerin kann bei Naturweinen schwanken zwischen 100 Gewichtstheilen Weingeist : 7 Glycerin und 100 Weingeist : 14 Glycerin. Bei Weinen, die ein anderes Glycerinverhältniss zeigen, ist auf Zusatz von Weingeist beziehungsweise Glycerin zu schliessen. — Da bei der Kellerbehandlung zuweilen kleine Mengen von Weingeist (höchstens ein Volumprozent) in den Wein gelangen können, so ist bei Beurtheilung der Weine hierauf Rücksicht zu nehmen."

Sind gleichzeitig Weingeist und Glycerin zugesetzt worden, so ist ein Nachweis bislang unmöglich, da wir keine Methoden besitzen, um die bei der Gährung neben Weingeist und Glycerin gebildete Bernsteinsäure scharf genug bestimmen zu können. Und selbst, wenn wir das könnten, würden die Fälscher ebensogut Bernsteinsäure künstlich zusetzen, wie sie jetzt den Phosphorsäuregehalt künstlich erhöhen u. s. w.

Ein Glycerinzusatz, wie er praktisch angewendet werden kann, darf nicht als gesundheitsschädlich bezeichnet werden; denn wenn auch grosse Mengen unverdünntes Glycerin, 15—30 g auf einmal genommen, abführend wirken und sehr grosse Dosen eine alkoholartige Wirkung entfalten, so ist doch kein Zweifel, dass einige Gramm zugesetzten Glycerins (etwa bis 5 g pro Liter) in so starker Verdünnung ganz unschädlich sind. Versuche an den sonst sehr empfindlichen Meerschweinchen zeigten, dass 1/2 g pro Kilo und Tag dem Futter beigemischt trefflich vertragen wird. — Zu wissen, dass man zugesetztes Glycerin geniesse, erregt aber bei der Mehrzahl der Menschen Ekel. Man pflegt den Ekel durch die Vorstellung zu erhöhen, dass viel Glycerin aus dem Fett gefallener Thiere gewonnen werde. Glycerinzusatz.

6. Wein mit einem Gesammtsäuregehalt von 1,1—1,3 % Säure und höher sind ungeniessbar — sie schmecken sehr schlecht und bedingen sehr häufig Magendarmkatarrhe; da sie meist auch nur 5—6 % Alkohol enthalten, sind sie auch schlecht haltbar. (Sie sind so nur noch geeignet zur Essigfabrikation; sie hätten als Möste gallisirt werden müssen.) Gesammtsäure.

„Die Menge der freien Weinsäure beträgt nach den bisherigen Erfahrungen in Naturweinen nicht mehr als 1/6 der gesammten nichtflüchtigen Säuren."

Grössere Mengen freier Weinsäure sind meist auf die Verwendung unreifer Trauben oder Zusatz von Weinsäure zu dem verdünnten und gespritzten Wein zurückzuführen.

Dagegen ist Weinsäure überhaupt — in Form von saurem Kaliumtartrat oder Weinstein — ein nie fehlender Weinbestandtheil, ebenso wie Aepfelsäure und Bernsteinsäure, in geringer Menge meist auch Citronensäure.

In Beziehung auf den Essigsäuregehalt beschloss die Kommission für Weinstatistik in Karlsruhe 1890: Als „geneigt zum Stich" ist ein Weisswein mit 0,080 %, ein Rothwein mit 0,120 % Essigsäure, als verdorben und nicht mehr zum Genusse geeignet ein Weisswein mit 0,120 % und ein Rothwein mit 0,160 % Essigsäure zu beurtheilen.

7. Ein nicht zu niedriger Gerbstoffgehalt ist erwünscht. Einmal macht er (nach Nessler) den Wein widerstandsfähiger gegen Spaltpilze, zweitens ist für die medizinisch-diätetische Wirkung des Rothweins der Gerbstoffgehalt der wesentliche Faktor. 0,25 % stellt für Rothwein einen hohen, 0,1 % einen niederen Gehalt dar; Weissweine pflegen nur ca. 0,01 % zu enthalten. Gerbstoff.

8. Ein Wasserzusatz[1]) wird nicht leicht gesundheitsschädlich wirken können, da etwaige Gifte aus dem Wasser stark verdünnt und die Mehrzahl Wasserzusatz.

[1]) Hier sei erwähnt, dass (ähnlich wie bei Milch) der Salpetersäuregehalt zugesetzten Wassers einen Wasserzusatz entdecken hilft:

War der Salpetersäuregehalt des verwendeten Wassers ein hoher, so genügt schon die einfachste Form der Probe. Man entfärbt den Weisswein durch Schütteln mit salpeterfreier Thierkohle, Rothwein mit Bleiessig und Magnesiumsulfat. Die klaren Filtrate lässt man in konzentrirte Schwefelsäure einfliessen, in der man auf 100 cbcm ca. 0,01 g Diphenylamin gelöst hat. Noch 1 mg N_2O_5 in 100 cbcm Wein giebt deutliche Blaufärbung. In der Benützung der Resultate ist natürlich Vorsicht nöthig, da die Fässer mit Wasser gespült werden müssen etc., wodurch bei sehr salpetersäurereichem Wasser eine nachweisbare Menge Salpetersäure in den Wein gelangen könnte, ohne dass ein absichtlicher Wasserzusatz vorliegt. — Andererseits verschwinden geringe Salpetersäuremengen mit der Zeit aus dem Wein.

der pathogenen Spaltpilze wohl ziemlich rasch getödtet werden. Immerhin ist die Möglichkeit zuzugeben, dass Zusatz gesundheitsschädlichen Wassers auch den Wein gesundheitsschädlich machen könne.

Asche.

9. Asche. „Für die einzelnen Mineralstoffe sind allgemein gültige Grenzwerthe nicht anzunehmen. Die Annahme, dass bessere Weinsorten stets mehr Phosphorsäure enthalten sollen als geringere, ist unbegründet."

„Weine, welche weniger als 0,14 Mineralstoffe in 100 cbcm enthalten, sind zu beanstanden, wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass Naturweine derselben Lage und desselben Jahrgangs, die gleicher Behandlung unterworfen waren, mit so geringen Mengen von Mineralstoffen vorkommen."

Kochsalz.

„Weine, welche mehr als 0,05 g Kochsalz in 100 cbcm enthalten, sind zu beanstanden." Der Chlorgehalt beträgt in reinen Weinen etwa 2—6 mg in 100, entsprechend 3—10 mg Kochsalz. Kochsalzreiche Schönungsmittel, kochsalzreiche (also meist sehr verunreinigte) Brunnenwässer und absichtlicher Kochsalzzusatz (um die Asche zu vermehren) sind an hohem Kochsalzgehalt schuld; ein hoher Kochsalzgehalt ist deshalb auch oft ein Fingerzeig für eine hygienisch bedenkliche Beschaffenheit. — Der Phosphorsäuregehalt beträgt nur äusserst selten in reinen Weinen unter 20 mg in 100 cbcm.

Schwefelsäure.

„Weine, welche mehr als 0,092 g Schwefelsäure (SO_3) entsprechend 0,20 g Kaliumsulfat (K_2SO_4) in 100 cbcm enthalten, sind als solche zu bezeichnen, welche durch Verwendung von Gips oder auf andere Weise (starkes öfteres Einbrennen mit Schwefel siehe Seite 279) zu reich an Schwefelsäure geworden sind."

Werden auch etwas über 2 g Kaliumsulfat im Liter noch von der Mehrzahl der Menschen wohl ohne Schaden ertragen, so ist doch auch von Seite der Hygiene dieser Standpunkt sehr zu billigen und zu vertreten [1]).

Marty theilte der Acad. de Médic. mit, dass er sich nach längerem Genuss von Wein mit 3,8 g (= 1,74 SO_3) Kaliumsulfat im Liter unwohl fühlte: Unbehagen, saures Aufstossen, Kolik traten bei ihm auf.

Konservirungsmittel.

10. Schweflige- und Salicylsäure ist nach Seite 276 und 77 zu beurtheilen. Hohe Dosen schweflige Säure und Anwesenheit von Salicylsäure wird uns stets an die Möglichkeit denken lassen, dass ein schlecht haltbares Produkt vorliegt, das vielleicht schon in beginnender Zersetzung begriffen war. (Siehe Seite 281 u. 82.)

Pflanzenfarben.

11. Pflanzenfarben sind hygienisch fast alle bedeutungslos; keine der Farbstoff liefernden Pflanzen ist schädlich, mit Ausnahme von Phylolacca decandra. Die schön violettschwarzen Beeren dieser Pflanze, die im Süden vielfach zu Weinfärbezwecken gebaut wird, sind giftig. Kinder haben schon öfters Brechdurchfälle nach ihrem Genusse bekommen, ja tödtlicher Ausgang ist bekannt geworden. — Die Maquibeeren dienen in ihrer Heimat zur Bereitung von Eingemachtem, scheinen also unschädlich.

---

1) Es ist zu bemerken, dass nach diesem Maasstabe gemessen zahlreiche ältere, sicher ungegipste, aber öfters geschwefelte Weine zu beanstanden wären. So hat List mehrfach 0,77—0,89 g SO_3 im Liter in Hofkellerweinen gefunden, ja in alten Weinen (1783—1822) mehrfach 1,3—1,5 g SO_3. Erstere Zahlen entsprechen fast 2 g, letztere ca. 3 g Kaliumsulfat im Liter. Es waren dies Weine, die z. Th. als echte Krankenweine berühmt waren. Vergl. E. List. Ueber den Schwefelsäuregehalt des Weines in 6 Vorträge aus dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie. Würzburg 1883.

12. Rothe Theerfarbstoffe sind wohl meist unschädlich, da aber auch schädliche darunter sein können und ihre Anwendung ohne allen Vortheil ist, so sind sie mit Recht verboten. Da vielfach billige Abfallfarben, Farbenrückstände etc. Verwendung fanden und wohl noch finden, so wird darauf hingewiesen, dass die Unschädlichkeit der reinen Farben noch lange nicht die Unschädlichkeit dieser Rückstände involvire, namentlich früher war Arsengehalt häufig (vergl. Gebrauchsgegenstände). Theerfarben.

Fassen wir zum Schlusse das Urtheil der Hygiene über die wichtigsten Arten der Weinverbesserung, Weinvermehrung und Kunstweinfabrikation zusammen, so müssen wir sagen: Zusatz von Wasser, Zucker, Alkohol, mässigen Mengen von Glycerin und Pflanzenfarbstoffen (Malven, Heidelbeeren, Hollunderbeeren) kann nicht als gesundheitsschädlich betrachtet werden, solange Schlussurtheil über Weinverbesserung.

1. das erhaltene Produkt unverdorben, haltbar und nicht zu alkoholreich ist,

2. solange die Zusätze nicht selbst verunreinigt sind; höchstens kann der Glycerinzusatz vielleicht als ekelhaft empfunden werden.

Unreines Wasser, unreiner Sprit, unreiner Stärkezucker, künstliche Farbstoffe, Zusätze von Bouquetstoffen machen den Wein einer Gesundheitsgefährlichkeit verdächtig. Besteht dieselbe auch nicht jedesmal, oder lässt sich dieselbe nicht stets nachweisen, ist dieselbe auch, namentlich in Bezug auf den unreinen Stärkezucker, vielfach überschätzt, so hindert dies doch nicht, dass die Hygiene prinzipiell die Verwendung dieser Stoffe beanstandet, da Gesundheitsstörungen dadurch herbeigeführt werden können und kein Grund für ihre Gestattung besteht.

Anhang I. Südweine, Süssweine und Medizinalweine.

§ 402. Als Südweine kommen Weine aus den zuckerreichen südlichen Trauben in den Handel, häufig wird durch Verwendung von Strohtrauben, Rosinen und dergleichen die Konzentration des Mostes noch erhöht. Nach List unterscheidet man zweckmässig: Südweine.

1. Trockene Weine (vino seco) zuckerarme (etwa bis 1/2 % Zucker enthaltende) alkoholreiche meist glycerinarme Weine, die durch rasche Vergährung südlicher Trauben bei hoher Temperatur erhalten wurden und die höchstens einen mässigen Alkoholzusatz erfahren haben. Trockene Weine.

2. Süssweine (vino dulce). Weine aus südlichen Trauben, denen nach der Vergährung noch eingedampfter zuckerreicher Traubenmost — event. auch andere süsse Fruchtsäfte aus Datteln, Feigen etc. — zugesetzt wurde. Daneben haben sie fast immer Zusatz von reinem Spiritus, von Cognac, Liqueuren, oft von färbenden Substanzen (z. B. angebranntem eingedampftem Most, Hollunderbeeren etc.) erhalten. Solche Weine enthalten etwa 4—15 % reduzirenden Zucker; die Differenz von Extrakt minus Zucker muss wenigstens 4 g, der Phosphorsäuregehalt 40 mg in 100 cbcm betragen. Süssweine.

Die ungarischen Ausbruchweine (z. B. Tokayer) werden aus zuckerreichen Trauben hergestellt, denen man bei der Pressung noch grosse Mengen Trockenbeeren (d. h. an der Rebe entstandene Rosinen) zusetzt. Ausbruchweine.

Vielfach werden aber auch aus geringen Süd- oder Ungarweinen durch Zusatz von Alkohol, Invert- oder Rohrzucker und Zuckerkouleur kunstlose Nach- Nachahmungen der Südweine.

ahmungen der echten Süssweine fabrizirt — übrigens wird auch den besseren Südweinen in neuerer Zeit nicht selten statt des theureren eingeengten Mostes oder der Rosinen Rohrzucker zugesetzt.

Die Beurtheilung all' dieser Weine beschäftigt den Hygieniker erst, wenn sie als Medizinalweine ausgeboten werden; als Dessert- und Luxusweine hat sich die Hygiene nicht um sie zu kümmern, da selbst die erbärmlichsten Nachahmungen kaum irgend eine Gesundheitsschädigung herbeiführen und ruhig von denen getrunken werden können, denen sie schmecken.

Medizinalweine.

Was für Anforderungen an die Weine zu stellen sind, die als „Medizinalweine“ auf der Etiquette bezeichnet sind, ist schwer zu sagen, da Wein zu ziemlich verschiedenen Zwecken verordnet werden kann (z. B. als Stimulans, als Antidiarrhoicum etc.). Für manche Zwecke ist der Alkohol, für manche der Gerbstoff die Hauptsache, der Zuckergehalt ist oft willkommen (Wohlgeschmack), oft sehr unzweckmässig (bei manchen Magenleiden). Ganz zweckmässig erscheinen die Forderungen der freien Vereinigung bayerischer Chemiker, die dem Arzt die Verwendung der verschiedenen Sorten erleichtern:

1. Medizinalweine dürfen nicht mehr Schwefelsäure enthalten, als einem Aequivalent von 1 g Kaliumsulfat per Liter entspricht. Vergl. hierüber Seite 452. Man hat bis 4 g Kaliumsulfat in südlichen Medizinalweinen gefunden;
2. Medizinalweine dürfen keine schweflige Säure enthalten;
3. bei Medizinalweinen ist der Gehalt an Zucker und Weingeist in Gewichtsprozenten auf der Etiquette der Flaschen anzugeben, eventuell möchte man noch den Säuregehalt und bei Rothweinen noch den Gerbstoffgehalt kennen.

Durchaus begründet erscheint es, als Medizinalweine auch einheimische Weine von bekannter Güte zu verwenden, bei denen namentlich aber kein hoher Säuregehalt, etwa nicht über 0,6 %, vorhanden sein dürfte. Vergl. v. Kerschensteiner, 5. Versammlung bayer. Chemiker. 1887. Seite 59—60.

In der soeben abgehaltenen 9. Versammlung bayerischer Chemiker sind Medizinalweine als „Weine, die zur Anfertigung von Arzeneien dienen“, definirt worden. (Chem. Zeit. 1890. No. 42.) Die Hygiene würde es bedauern, wenn nicht auch für die für Kranke speziell zum Trinken ausgebotenen Weine die strengeren Anforderungen (namentlich Absatz 3) beibehalten blieben.

Champagner

Auf Champagner und Schaumweine hier einzugehen, würde zu weit führen; über ihre hygienische Beurtheilung lässt sich ohnehin nichts besonders sagen; als dass der hohe Zuckergehalt, vielleicht auch der zu starke Zusatz von Bouquetstoffen, bei vielen Marken ihre Bekömmlichkeit beeinträchtigt (Vergl. F. List. Die Schaumweine (8. Versammlung der bayr. Chem. in Würzburg. 1889).

Anhang II. Anhaltspunkte zur Untersuchung und Beurtheilung verdorbener Weine, von Weinen von abnormem Geruch und Geschmack und in Gährung begriffener Weine.

§ 403. Zur Untersuchung, ob ein Wein verdorben ist, genügt in sehr vielen Fällen sogar schon dem Unkundigen der Geschmack und Geruch verbunden mit aufmerksamer Betrachtung. Bis jetzt sind namentlich folgende typische Weinzersetzungen bekannt, die alle auf — noch sehr wenig studirte — Mikroorganismen zurückzuführen sind. Verdorbene und sonst abnorme Weine.

Ich folge hier E. List, der in der 6. Versammlung bayer. Chemiker in München 1887 ein übersichtliches Referat über den Stand der Frage gab. Dort auch weitere Litteratur.

Die bakteriologische Untersuchung wäre mit Weingelatine (1 Liter Wein und 100 Gelat. u. s. w.) eventuell mit Wein, der durch Thonzellenfiltration pilzfrei gemacht ist, zu versuchen.

1. Bildung von Kuhnen, Kahn oder Kahmhaut durch einen Sprosspilz (Mycoderma vini Pasteur, Saccharomyces Mycoderma Rees). Wuchert namentlich an der Oberfläche alkoholarmer Weine, fertige Decken sinken zu Boden und machen neuen Platz. Vergährt namentlich Alkohol zu CO_2 und Wasser. Ein Alkoholgehalt von 11—12 Volumprozent schützt gegen den Pilz. Die Weine schmecken schal. Kahmhaut.

2. Essigsäuregährung des Alkohols durch den Bacillus aceticus, einen sehr kurzen zuweilen perlschnurförmig zusammenhängenden wenig studirten Bacillus, der dicke Häute bildet. Weine mit 12 Volumprozent Alkohol werden noch davon befallen. Nur Pasteurisiren vermag den (für den Wein absolute Wert-Vernichtung bedeutenden) Prozess aufzuhalten. Ein Essigsäuregehalt von 0,05 % ist noch nicht als störend zu bezeichnen; er findet sich bei südlichen Rothweinen nicht selten. Essigsäuregährung.

3. Das Brechen oder Umschlagen des Weins. Es werden namentlich die Wein- und Aepfelsäure, der Gerb- und Farbstoff zerstört, auch der Alkohol verschwindet. Die farblose Brühe enthält neben einer Reihe flüchtiger Fettsäuren namentlich kohlensaueres Kali. Ueber die Erreger dieses Prozesses wissen wir wenig, es sollen 2 Arten nach Pasteur dabei betheiligt sein. Brechen oder Umschlagen

4. Beim Zähe- oder Langwerden der Weine geht der Zucker junger Weine in eine gummiartige Substanz über. Zähe- oder Langwerden

Einige Angaben über den Bacillus der die Schleimgährung des Weins (auf Kosten der Glykose) verursacht, Bacillus viscosus vini Kramer, hat dieser Autor kürzlich publizirt (Monatshefte für Chemie 1889, S. 467). Derselbe ist ein Kurzstäbchen, das oft lange Ketten bildet. Verschieden davon ist der Bac. viscosus sacchari Kramer, der nur auf neutralen und schwach alkalischen rohrzuckerhaltigen Nährboden gedeiht, ebenfalls verschieden ist der Micrococcus der fadenziehenden Milch (pag. 332).

5. Bitterwerden der Rothweine scheint durch einen Bacillus bedingt. Noch ältere Weine werden auf den Flaschen bitter. Bitterwerden.

Im übrigen können namentlich Weine, die schon durch einen dieser Organismen ihres Alkohols beraubt sind, auch durch Schimmel- und Fäulnisspilze noch weiter zersetzt werden.

Bei all' diesen Krankheiten ändert sich ganz gewöhnlich auch die Farbe, namentlich Rothweine werden bräunlich, trübe, ja farblos.

Schwarzwerden.

Schwarzwerden des Weines[1]) tritt auch ein, wenn Weine mit rostendem Eisen (Nägeln, Fassreifen) längere Zeit in Berührung kommen. Ist der Wein schwach sauer, so fällt direkt schwarzes gerbsaures Eisen aus; ist er stark sauer, so tritt erst beim Abstumpfen der Säure, z. B. beim Versetzen des Wassers mit Natriumbikarbonat haltigen Sodawässern u. dergl. eine Schwärzung auf.

Böckser.

Durch verschiedene Umstände kann der Wein Schwefelwasserstoff-(Böckser-) geschmack und Geruch annehmen, so durch Aufnahme von Schwefelverbindungen aus dem Boden, durch langes Stehen über mit Schwefelpulver bestreuten Trestern oder in Fässern, in die beim Schwefeln Schwefel getropft ist — besonders wenn Eisen gleichzeitig vorhanden ist, endlich durch Faulen der Heferückstände im Fass.

In wie ferne diese Krankheiten des Weins denselben gesundheitsschädlich für den Menschen machen, ist noch kaum bekannt; jedenfalls entwerthen sie ihn als Genussmittel und sollten ihn daher ohne weiteres vom Verkehre ausschliessen. Am häufigsten ist 1 und 2 zu beobachten, aber auch die andern Krankheiten sind oft eine grosse Plage in manchen Gegenden: Alkoholarmuth, Verwendung fauler Trauben, zu langes gähren lassen auf den Hülsen, warme Keller, zu frühes auf Flaschen ziehen u. s. f. sind die häufigsten Gelegenheitsursachen der Weinzersetzungen. Der Schwefelwasserstoffgehalt dürfte schwer im allgemeinen zu beurtheilen sein; natürlich wird er viel ernster angesehen werden müssen, wenn er durch Fäulnissprozesse bedingt ist. Schwarzwerden durch Eisengehalt ist an sich hygienisch unbedenklich; es dürfte sich aber Wein, dessen Tannin an Eisen gebunden ist, als weniger haltbar erweisen.

Klären, Schönen.

Ein Klären (Schönen) trüber Weine mit Gelatine, Hausenblase oder Eiweiss (ev. unter zweckmässiger Verwendung von Gerbsäure), die einen voluminösen Niederschlag bilden und dabei die suspendirten Stoffe niederreissen — ist als hygienisch unbedenklich zu bezeichnen; ein Schönen derselben mit Blut oder Milch ist weniger rationell. Durch Blut könnten eventuell pathogene Mikroorganismen übertragen werden (Tuberkelbacillen halten sich 3 Tage in 46 %igem Alkohol); durch Milch soll schon Milchsäuregährung eingeleitet worden sein.

Anhang III. Gährender Weinmost und gährender junger Wein (Federweisser, Sauser).

Gährender Weinmost.

§ 404. Während der unvergohrene frische Traubenmost nur zu Traubenkuren getrunken wird, spielt der gährende Most in allen Stadien seiner Entwickelung in Weinländern eine wichtige Rolle als Genussmittel. Derselbe ist reich an Kohlensäure, trüb von massenhafter Hefe; die Zusammensetzung steht zwischen Wein und Most in der Mitte, namentlich der Alkoholgehalt schwankt sehr. — Der Hefegenuss schadet offenbar in der Regel nicht (vergl. S. 424). Von neuen Gesichtspunkten kommt zu den bei der Untersuchung und Beurtheilung des Weins aufgeführten noch hinzu, dass nicht selten durch starke Dosen Salicylsäure oder schweflige Säure gewaltsam die Gährung zurückgehalten wird.

[1]) Nachdunkeln von Weissweinen an der Luft (im Glase in einigen Stunden) soll theils ein Zeichen der Verwendung edelfauler Beeren, theils von Tresterwein sein. Hygienisch ist nichts daraus zu schliessen.

Anhang IV. Obstmost und Obstwein.

§ 405. Ganz nach dem gleichen Verfahren wie aus Trauben gewinnt man auch aus Aepfeln und Birnen — an manchen Orten auch aus Johannis-, Stachel- und Heidelbeeren mit oder ohne Zuckerzusatz angenehme ja feine Getränke. (Analyse siehe Tabelle X.) Obstmost u. Obstwein.

Ohne Zuckerzusatz werden aus Aepfeln keine Getränke gewonnen, die länger als 2 Jahre haltbar sind; Zuckerzusatz zum Most oder Alkoholzusatz zum Wein sind, wenn man Haltbarkeit beabsichtigt, nothwendig. — Die prinzipielle Untersuchung und die hygienische Beurtheilung ist die gleiche wie beim Wein.

Mischungen von Trauben- und Obstwein sollen oft als Wein verkauft werden, dies beschäftigt die Hygiene nicht.

Anhang V. Essig.

A. Untersuchung.

§ 406. Essig ist im wesentlichen mit Wasser verdünnte, 3—8 %ige (meist 4—5 %ige) Essigsäure mit wenig Essigäther, denen sich je nach der Herstellung verschiedene andere Substanzen beimischen können. Man unterscheidet 3 Arten Essig: Definition 3 Arten.

1. Durch Essigsäuregährung aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten erhalten. Der Alkohol in Wein, Bier, Obstwein u. s. w. wird unter gewissen Umständen vom Bacillus der Essigsäuregährung (Bacillus aceticus) in Essigsäure verwandelt (Seite 455). Durch Gährung.

So erhaltener Essig enthält immer (weinsaure, essigsaure, phosphorsaure etc.) Salze, die beim Veraschen eine alkalische Asche geben.

Nur der Weinessig enthält Weinstein; es wird aber auch dem Spritessig, der als Weinessig verkauft werden soll, absichtlich Weinsäure zugesetzt.

2. Durch die Schnellessigfabrikation erzeugt. Verdünnter Alkohol geht in Berührung mit Luft, indem er über Buchenspähne läuft (vielleicht unter Mitbetheiligung von Pilzen) in Essigsäure über. So wird meist ein starker Essig (Essigsprit) mit 8—10 % Essigsäure erhalten, der verdünnt verwendet wird. Salze sind nur in sehr geringer Menge vorhanden. Durch Schnell-essig-fabrikation.

3. Durch trockene Destillation von Holz erhalten. Der erzielte braune, empyreumatisch riechende, rohe Holzessig liefert gut rektifizirt eine ca. 70 %ige recht reine Essigsäure (Essigessenz), aus der billiger Essig hergestellt wird. Salze kommen nur in geringer Menge aus dem verdünnenden Wasser hinein. Durch trockene Destillation von Holz.

Die Stärke von Essig bestimmt man durch Titriren mit Normalnatronlauge und Phenolphthaleïn als Indikator. Jeder cbcm Lauge entspricht 0,06 g Essigsäure; sind also zum Titriren von 20 cbcm Essig (eigentlich 20 g Essig) 12 cbcm Normallauge verbraucht, so enthält diese Portion 0,72 g oder 100 cbcm Essig 3,6 g Essigsäure. Stärke des Essigs.

Es sind schon Fälschungen des Essigs mit Schwefelsäure und Salzsäure (angeblich auch mit Salpetersäure) vorgekommen. Der Zusatz von Weinsäure, die theuerer als Essigsäure ist, dient nur um Weinessig vorzutäuschen. Freie Mineralsäuren.

Qualitativ.

Freie Mineralsäuren werden im Essig nachgewiesen dadurch, dass man 4—5 Tropfen einer 0,1 ‰ Methylviolettlösung (Stockmeier empfiehlt Marke B_2 N. 56 von Bayer-Elberfeld) zufügt. Wenn auch nur 0,1—0,05 % freie Mineralsäuren da sind, geht die violette Farbe in blaugrün bis grün über; in reinem Essig findet gar kein Farbenwechsel statt. Nach Lunge färben einige Tropfen einer Tropaeolinlösung (N. OO) reinen Essig gelb, bei Gegenwart freier Mineralsäuren roth.

Quantitativ.

Zur quantitativen Bestimmung der freien Mineralsäuren verfährt man nach Hilger (Arch. f. Hyg. VIII. S. 448): 20 cbcm des fraglichen Essigs werden mittelst der Tüpfelmethode mit Normalalkali vollkommen neutralisirt, die neutrale Flüssigkeit (auf dem Wasserbade) bis auf den 10. Theil eingedampft, mit einigen Tropfen der Methylviolettlösung versetzt, bis auf etwa 3—4 cbcm mit Wasser verdünnt und heiss mit Normalschwefelsäure versetzt bis zum Farbenübergang (violett in grün), der sehr scharf eintritt. Die verbrauchte Normalschwefelsäure wird vom verbrauchten Normalkali abgezogen, der bleibende Rest an Normalkali auf die vorhandene Mineralsäure berechnet. 1 cbcm Normalkali = 0,049 g Schwefelsäure (H_2SO_4).

Beispiel. 20 cbcm Essig verbrauchen 14,15 cbcm Normalkali. Nach dem Einengen mit Methylviolett als Indikator 13,3 cbcm Normalschwefelsäure verbraucht. Differenz 0,85 cbcm Normalkali. Also in 20 cbcm: 13,3 . 0,06 = 0,798 g Essigsäure und 0,85 . 0,049 = 0,042 g Schwefelsäure oder 3,99 % Essigsäure und 0,20 % Schwefelsäure.

Etwas Salz- und Schwefelsäure in Form von Salzen findet sich in jedem Essig; zu einer quantitativen Bestimmung wird man meist nur durch den Nachweis freier Mineralsäuren veranlasst.

Scharfe Pflanzenstoffe.

Schmeckt Essig nach dem exakten Neutralisiren immer noch scharf und nicht fad, so enthält er einen betrügerischen Zusatz von scharfen Pflanzenstoffen: Pfeffer, Paprika, Paradieskörner und dergl.

Beurtheilung.

B. Beurtheilung.

Werth der drei Hauptsorten.

§ 407. Essig stellt ein wichtiges Genussmittel ohne nennenswerthen Nährwerth dar, vielfach findet er auch als Konservirungsmittel Verwendung. Die drei beschriebenen Essigarten sind hygienisch als nahezu gleichwerthig zu betrachten, nur ist der Weinessig wegen seines Gehaltes von Spuren wohlriechender und schmeckender Substanzen mit Recht höher geschätzt.

Gehalt.

Essig mit nur 1—2 % Essigsäure, wie er zuweilen vorkommt, ist als minderwerthig, sehr schlecht haltbar, und zu Konservirungszwecken unbrauchbar, zu beanstanden. Die bayerischen Nahrungsmittelchemiker verlangen mit Recht einen Minimalgehalt von 4 % Essigsäure. — Ueber eine gesundheitsschädlichkeit der Anguillula oxophila (Essigälchen) ist nichts zuverlässiges bekannt. Die 1—2½ mm langen Würmchen, die sich namentlich in schwachem Essig oft ausserordentlich reichlich finden, machen den Essig unappetitlich; Lindner (Centralbl. f. Bakt. VI.) sucht neuerdings in einer grösseren Arbeit ohne rechte Beweise ihre Gesundheitsschädlichkeit wahrscheinlich zu machen.

Essigälchen.

Freie Mineralsäuren.

Freie Mineralsäuren gehören nicht in den Essig und stellen eine grobe Fälschung dar; ich möchte mich aber nicht getrauen, von einer direkten Gesundheitsschädlichkeit einer ½—1 proz. Mineralsäure zu sprechen. Dass starke Säuren

Magenstörungen hervorbringen können, ist bekannt, — gerade von starkem Essiggenuss wissen wir dergleichen — dass Mineralsäuren in sehr schwachen Konzentrationen schädlicher seien als Essigsäure, ist nicht unmöglich, aber kaum genügend erwiesen.

Die gewöhnlich verwendeten scharfen Stoffe gehören zu unseren auch sonst verwendeten Gewürzen und sind hygienisch als solche zu beurtheilen. Verwendung von Stoffen, die in ihrer Wirkung nicht genau bekannt sind, z. B. Seidelbastfrüchte und Rinde ist natürlich als unter Umständen gesundheitsschädlich zu beanstanden.

Litteratur über Wein (insoweit sie nicht im Text erwähnt ist).

v. Babo. Handbuch des Weinbaus und der Kellerwirthschaft. 2 Bände. 2. Auflage. Berlin 1888.

Nessler. Die Behandlung des Weins. 5. Auflage. Stuttgart 1889.

Dahlen. Die Weinbereitung. Braunschweig 1878.

Borgmann, E. Anleitung zur chemischen Analyse des Weines. Wiesbaden 1884.

Barth, Max. Die Weinanalyse. Kommentar der im kaiserlichen Gesundheitsamte 1884 zusammengestellten Beschlüsse der Kommission zur Berathung einheitlicher Methoden für die Analyse des Weins. Zugleich ein Leitfaden zur Untersuchung und Beurtheilung von Weinen für Chemiker und Juristen. Hamburg und Leipzig 1884.

Namentlich die beiden letztgenannten kleinen Werke leisten die besten Dienste bei der praktischen Weinanalyse.

Litteratur über Essig.

Marquard, Artikel Essig in Dammer's Lexikon der Verfälschungen.

Stockmeier, Referat über Essiguntersuchungen mit anschliessender Diskussion in der 4. Versammlung der freien Vereinigung bayer. Chemiker in Nürnberg 1885.

Hilger, A., Zur quantitativen Bestimmung der Mineralsäuren, speziell der Salz- und Schwefelsäure im Essig. Arch. f. Hyg. VIII. S. 448.

Weigmann, Unterscheidung des Weinessigs vom Essigsprit. Rep. f. anal. Chem. 1886. S. 402.

XV. Abschnitt.

Branntwein und andere Spirituosen.

Definition. Alkohol verschiedener Herkunft.

§ 408. Durch Destillation vergohrener Flüssigkeiten aus zuckerhaltigen Pflanzentheilen (Kirschen, Zwetschen, Enzianwurzeln etc.) oder einfacher durch Verdünnen von Weingeist mit Wasser unter Zusatz von aromatischen Stoffen, ätherischen Oelen, Zucker, Farbstoffen etc. werden die verschiedenen Branntweine und Liqueure dargestellt.

Alkoholfabrikation.

Der Weingeist des Handels (Industriealkohole der Franzosen) wird in Deutschland vorwiegend aus Kartoffeln, seltener aus Getreide (Roggen, Mais) so hergestellt, dass man die gekochten, Stärke führenden Materialien mit Malz verzuckert (siehe Seite 415), dann mit Hefe vergähren lässt und nun den Alkohol abdestillirt. Durch die verbesserten Destillationsapparate wird so direkt ein Rohspiritus mit etwa 90% Alkohol geliefert. Letzterer wird meist in besonderen Raffiniranstalten entfuselt, d. h. er wird mit dem gleichen Volum Wasser vermischt, durch frisch geglühte Holzkohle filtrirt und dann einer fraktionirten Destillation unterworfen. Der „Vorlauf" besteht vorwiegend aus Aldehyd, dann folgen verschieden reine Sorten Aethylalkohol, deren beide besten als Weinsprit und Feinsprit bezeichnet sind; Prima- und Sekundasprit sind schlechtere Sorten und das letzte Destillationsprodukt heisst Nachlauf oder Lutter. — Der rohe Kartoffelspiritus enthält bis zu 3% Fuselöl — unter welchem Namen man zweckmässig alle flüchtigen Bestandtheile versteht, die nicht Aldehyd, Aethylalkohol oder Wasser sind. Die feinsten Spiritussorten sind fuselölfrei; die geringsten Sorten enthalten noch 1% und mehr davon; der Lutter ist natürlich sehr reich daran.

Rohspiritus. Reinigung. Vorlauf. Nachlauf. Lutter. Fuselöl.

Rabuteau fand (1878) bei der Analyse von 1 l Kartoffelfuselöl:

Isopropylalkohol	150 cbcm
prim. Propylalkohol	30 „
gew. Butylalkohol	50 „
norm. Butylalkohol	65 „
sekund. Amylalkohol (Methylpropylkarbinol)	60 „
gew. Amylalkohol (Isobutylkarbinol)	275 „
Produkte über 132° siedend und Amylalkohol enthaltend	170 „
Wasser	125 „

Einfache Branntweine enthalten 20—38 Vol. % Alkohol und werden durch Zusatz von Wasser zu gewöhnlichem Spiritus gewonnen; öfter rektifizirt man dieselben über Kümmel-, Anis-, Fenchel-, Wachholderfrüchten, aus denen sie das ätherische Oel aufnehmen. Vielfach setzt man aber auch direkt letzteres in Substanz zu. Einfache Brannt-weine.

Doppelbranntweine enthalten etwa 36 Vol. % Alkohol und ungefähr 13 % Zucker neben aromatischen Stoffen. Doppel-branntwein.

Kornbranntwein ist mit Wasser verdünnter, absichtlich nicht vollständig rektifizirter Spiritus aus Getreidemaische; die Farbe erhält er theils beim Lagern aus dem Holz der Fässer, theils durch Zusatz von gebranntem Zucker (Couleur). Vielfach durch Verdünnen stark fuselhaltigen, charakteristisch schmeckenden Kornbranntweins mit fuselarmem Spiritus hergestellt. Kornbrannt-wein.

Kirschwasser, Zwetschenwasser, Maraschino (aus den Früchten von Cerasus Marasca Host.) und Vogelbeerschnaps, durch Destillation der gegohrenen Früchte bereitet, enthalten 0,005—0,01 % Blausäure. Kirsch-wasser und Verwandte.

Trester-, Drusen-, Hefebranntwein erhält man durch Destillation der Rückstände von der Weinbereitung, Cognac (Franzbranntwein) durch Destillation des Weines selbst. Trester-, Drusen-, Hefen-branntwein.

Cognac enthält ca. 60 Vol. % Aethylalkohol und ist den mannigfachsten Nachahmungen ausgesetzt, namentlich durch Zusatz von Cognacessenz (einem künstlichen Gemenge von Fruchtäthern) zu Feinsprit und Wasser. Echter Cognac kommt aus der Charente, besonders von der Stadt Cognac; jetzt wird auch in Deutschland und anderen Ländern Cognac dargestellt. Cognac.

Nach den Untersuchungen von Pasteur, Morin und Ordonneau soll der Cognac sich namentlich durch reichen Gehalt an Normalbutylalkohol von den Industriealkoholen unterscheiden, die an seiner Stelle den schlechter schmeckenden Isobutylalkohol enthalten. Im Cognac sind ausserdem gefunden: Aldehyd, Essigäther, Aceton, normaler Propylalkohol, Amyl-, Hexyl-, Heptylalkohol, Propionsäure-, Buttersäure-, Caprylsäureester, Oenanthester, Aminbasen. Ein schwer flüchtiges Terpen soll das Aroma mitbedingen.

Rum gewinnt man aus vergohrener Rohrzuckermelasse und Rohrzuckerrückständen, Arak vorwiegend aus Reismaische. Die Herstellung dieser ausländischen Branntweine ist noch vielfach ungenügend bekannt, Zusatz verschiedener Würzestoffe sehr verbreitet. Rum, Arak.

Alle die genannten feinen Branntweine enthalten zum Theil noch wenig bekannte, wohlschmeckende, höhere Alkohole, denen die Wissenschaft konsequenter Weise aber den Namen Fuselöle nicht vorenthalten kann.

Die Liqueure sind entweder weingeistige Pflanzenauszüge, die filtrirt oder destillirt werden, oder mit ätherischen Oelen parfümirter Feinsprit, stets mit reichlichem Zusatz von Rohrzucker, meist auch von Farbstoffen. Sogenannte Gesundheitsliqueure enthalten nicht selten bedenkliche Bitterstoffe (Aloë); meist aber sind es nur harmlose gezuckerte Auszüge aus Pomeranzenschalen, Rhabarber, bitteren Droguen, Calmus, Gewürzen etc. Liqueure.

Untersuchung.

A. Untersuchung des Branntweines.

Spec. Gewicht.

§ 409. Das specifische Gewicht bestimmt man nach Seite 418. Bei gewöhnlichen Branntweinen, die weder Zucker noch Pflanzenextraktivstoffe enthalten, kann man daraus schon ziemlich genau den Alkoholgehalt mit Hilfe der Tabelle XVI ermitteln. Ausgedrückt wird derselbe meist nach Volumprozenten, d. h. x cbcm Alkohol in 100 cbcm Branntwein. Die Umrechnung auf g in 100 cbcm geschieht durch Multiplikation des gefundenen x mit 0,7938 (dem specifischen Gewicht des Alkohols).

Alkohol.

Der Alkoholbestimmung hat jedoch in der Regel eine Destillation vorherzugehen, wie bei Wein (S. 434). Die ätherischen Oele und Aetherarten, die mit in das Destillat übergehen, sind in so geringer Menge vorhanden, dass die Genauigkeit dadurch nicht beeinflusst wird. Wenn eine Fuselölbestimmung gemacht wird, so kann die Alkoholbestimmung damit verbunden werden.

Trockensubstanz, Asche.

Trockenrückstand und Asche bestimmt man wie bei Wein (S. 434 u. 441). Den Zucker bestimmt man direkt (Frucht- und Traubenzucker) und nach der Inversion mit Säure (Rohrzucker). Auf Kupfer (aus den Brennereigeräthen herrührend) prüft man mit einer frisch bereiteten Ferrocyankaliumlösung kolorimetrisch.

Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure, die durch Zusatz schlechten Wassers in den Branntwein gelangt sein können, erkennt man nach S. 223, 208, 212.

Schwefelsäure. Bestimmung.

Schwefelsäure soll man dem Branntwein zuweilen zusetzen, damit er schöner perlt, nach Seite 202. Freie Schwefelsäure im Destillationsrückstand nach Seite 458. — Auch auf Thonerde ist die Asche zu prüfen, da zum Klären bisweilen Alaun verwendet wird.

Blausäure.

Zur Bestimmung der Blausäure werden 10 cbcm Branntwein mit 1,5 cbcm frisch bereiteter Guajaktinktur (aus 1 Theil Guajakharz und 5 Theilen Weingeist) und halbprozentiger Kupfervitriollösung vorsichtig überschichtet, dann plötzlich gemischt und die Intensität der Blaufärbung mit Vergleichsflüssigkeiten gemessen, die man durch Zusatz von offizinellem Bittermandelwasser von bekanntem Blausäuregehalt zu 50 prozentigem Alkohol in verschiedener Stärke darstellt; das offizinelle Bittermandelwasser enthält genau 0,1 Prozent Cyanwasserstoffsäure, HCN.

Nitrobenzol.

Nitrobenzol. Vermuthet man, ein Bittermandelgeruch komme von Nitrobenzol, so setzt man zu etwa 50 cbcm etwas Zink und Schwefelsäure. Besser destillirt man aus 200 cbcm erst die grösste Menge Alkohol ab und verwendet erst den Rückstand. Durch Reduktion mit Zink und Salzsäure entsteht Anilin, das man gewinnt, indem man mit Natronlauge die Flüssigkeit alkalisch macht und mit Aether das Anilin ausschüttelt. Taucht man einen mit verdünnter Schwefelsäure befeuchteten Fichtenspahn in die anilinhaltige Flüssigkeit, so färbt derselbe sich beim nachherigen Trocknen intensiv gelb. Mit Chlorkalklösung färbt sich Anilin rosaviolett.

Denaturirter Spiritus.

Sollte man Verdacht auf Zusatz von denaturirtem Spiritus haben (offizielle Vorschrift: 2½ Liter einer Mischung von 4 Th. Holzgeist auf 1 Th. Pyridin auf 100 Liter Alkohol), so prüft man lieber statt auf den schwer und unsicher nachweisbaren Methylalkohol auf Pyridinbasen (Schweissinger, Pharm. Centralhalle 1890. S. 141): 10 cbcm des Destillates versetzt man mit 10 Tropfen konzentrirter (20%iger) alkoholischer Sublimatlösung, schüttelt und lässt absitzen; einer zweiten gleichen Probe setzt man noch 10 cbcm reinen Alkohol zu, und als Gegenproben dienen je 10 cbcm Weingeist, die mit 0,5 und 0,25 cbcm denaturirtem Spiritus versetzt sind. Es entsteht ein weisser Niederschlag oder doch eine Trübung von Quecksilberchloridpyridin ($HgCl_2 . C_5H_5N$). So lässt sich 5 Prozent denaturirter Spiritus (= 0,025 Prozent Pyridin) noch mit Sicherheit nachweisen. Zusatz von 1% denaturirtem Spiritus zu Trinkbranntwein ist schon sehr deutlich und unangenehm für den Geschmack.

§ 410. **Fuselöl.** Die Vorprüfung auf Anwesenheit von Fuselöl kann man so machen, dass man einige Tropfen des Alkohols mit den Händen verreibt und den Geruch prüft. Die Braunfärbung beim Erwärmen mit konzentriter Schwefelsäure und verschiedene sinnreiche von Uffelmann (Arch. f. Hyg. IV) angegebene Methoden sind nach Sell nicht eindeutig, mögen daher übergangen werden. Fuselöl.

Zur Bestimmung der Fuselöle sind verschiedene Methoden in Vorschlag gebracht worden. Am zweckmässigsten ist die modifizirte Röse'sche Bestimmungsweise, nach der zur Zeit allenthalben untersucht wird: Bestimmung der Fuselöle.

Prinzip. Schüttelt man reines Chloroform mit 30proz. Alkohol (Vol. %), so vermehrt sich das Volum des Chloroforms etwas durch Aufnahme von Alkohol. Sind höhere Alkohole auch nur in bescheidenem Verhältniss zugegen, so ist die Volumsvermehrung des Chloroforms eine ziemlich bedeutende und aus dem Grade dieser Vermehrung lässt sich der Gehalt an höheren Alkoholen schliessen.

Ausführung (nach Sell, der die durch Stutzer und Reitmair verbesserte Röse'sche Methode am gründlichsten studirt hat):

Man destillirt von 200 cbcm bei 15° gemessenen Branntweins, dem man einige Tropfen Kalilauge zugesetzt hat, 4/5 mit einem aufgesetzten Kondensationsrohr (Fig. 85) und guter Kühlung ab. Das Destillat wird genau wie bei Wein bei 15° mit destillirtem Wasser auf 200 cbcm aufgefüllt und das specifische Gewicht ermittelt. Hierauf schlägt man in Tabelle XV den Alkoholgehalt in Volumprozent (v) auf und rechnet aus, wie viel Wasser (x) man zusetzen muss, um einen Alkohol von 30 Volumprozenten zu erhalten.

$$x = \frac{300 - 10v}{7}.$$

Selten nur wird das Destillat schwächer als 30proz. sein, dann sind $a = \frac{10v - 300}{3}$ cbcm absoluter Alkohol zuzusetzen.

Dieser Wasserzusatz vollzieht sich in einem grösseren Kolben allmählich unter tüchtigem Umschütteln und Abkühlen bei 15°; nach der Mischung kontrollirt man, ob das specifische Gewicht 0,9656 des 30proz. Alkohols erreicht ist.

Jetzt bringt man in nebenstehenden Apparat (Fig. 118), der in Wasser von 15° eintaucht, 20 cbcm reinstes wasserfreies, auf 15° abgekühltes Chloroform, das man aus einer Pipette einfliessen lässt, ohne die Wandungen des Apparates zu benetzen, bis sich der untere Meniskus des Chloroforms mit der Marke 20 deckt. Hierauf giebt man 100 cbcm des 30proz. Destillates hinzu und 1 cbcm Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,2857, führt 150 kräftige Schüttelstösse aus und vereinigt die an der Glaswandung hängenden Chloroformtröpfchen durch rotirende Bewegungen mit der am Grunde gesammelten Hauptmasse, nachdem man wieder den Apparat in Wasser von 15° eingestellt hat.

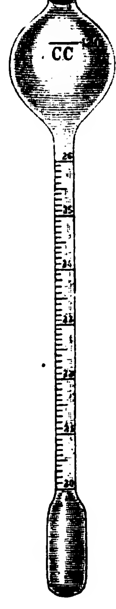


Fig. 118.
Röse's Apparat zur Fuselölbestimmung.

Das jetzige Volum des Chloroforms ist vermehrt, z. B. 21,90; durch direktes Ablesen aus der Tabelle auf der folgenden Seite erkennen wir, dass der Fuselölgehalt des verwendeten Alkohols f = 0,1724 % beträgt.

Tabelle zur Ermittelung des Fuselölgehaltes.

Abgelesene cbcm	Vol. % Fuselöl	Abgelesene cbcm	Vol. % Fuselöl
21,64	0	22,00	0,2387
21,65	0,0066	22,05	0,2719
21,70	0,0398	22,10	0,3050
21,75	0,0729	22,15	0,3382
21,80	0,1061	22,20	0,3713
21,85	0,1393	22,25	0,4045
21,90	0,1724	22,29	0,4410
21,95	0,2055		

Für 0,01 cbcm Volumzunahme mehr beträgt die Erhöhung des Fuselölgehaltes 0,0066 %.

Beispiel.

Nun war aber das alkoholische auf 200 cbcm aufgefüllte Destillat von 200 cbcm Branntwein mit x cbcm Wasser versetzt worden, also ist der wirkliche Gehalt

$$f_1 = \frac{f\,(200 + x)}{200}.$$

Waren a cbcm Alkohol zugesetzt, so ist a für x einzusetzen.

Es würde zu weit führen, den Einfluss der zahlreichen anderen Bestandtheile des Destillates, Aldehyd, Acetal, Furfurol, ätherische Oele etc. auf das quantitative Ergebniss zu besprechen, es muss hierfür auf Sell's erschöpfende Darstellung verwiesen werden. Von erheblicher Bedeutung sind die Fehler nicht.

B. Beurtheilung des Branntweines[1]).

Trinkbranntwein und Luxusspirituosen.

§ 411. Bei der Beurtheilung des Branntweines scheint mir ganz nothwendig die Unterscheidung von Trinkbranntwein und Luxusspirituosen. Nur die erste Kategorie wird in dem Maasse und der Menge verbraucht, dass die Hygiene sich um die Zusammensetzung näher kümmern kann; die unendlich mannigfaltige Art der feinen Luxusschnäpse macht auch die Aufstellung fester Vorschriften fast unmöglich.

Eine scharfe Abgrenzung der beiden Gruppen dürfte nicht wohl durchführbar sein, vorläufig möchte genügen, als Trinkbranntwein zu bezeichnen: Die zum Trinken in grösserer Menge bestimmten, inländischen, meist ungezuckerten, meist auch nur schwach mit ätherischen Oelen gewürzten, billigen, offen verschenkten Branntweine, vorwiegend gewässerter Kartoffelsprit, Kornsprit und Drusenbranntwein, ev. Zwetschgenbranntwein.

Als Luxusbranntweine wären zu bezeichnen: Die in Flaschen aufbewahrten, importirten, oder aus feinen inländischen Ingredienzien hergestellten, nicht im Grossen konsumirten, vielfach gezuckerten theueren Sorten.

1. Beurtheilung der Trinkbranntweine.

§ 412. Da es keinem Zweifel unterliegt, dass namentlich der Genuss von Branntwein, des alkoholreichsten unserer Getränke, die schwersten Störungen des chronischen Alkoholismus hervorruft, so hat man sich vielfach gefragt, ob man

nicht durch die Gesetzgebung diese Gefahr beschränken könne. — Es steht heute fest, dass vor allem die zu starken Trinkbranntweine hygienisch bedenklich sind. Von den 265 im Gesundheitsamt untersuchten Schnäpsen aus allen Theilen Deutschlands, hatten:

Zu starke Branntweine.

23 einen Gehalt unter 30 Vol. %	81 einen Gehalt von 40—45 Vol. %
24 einen Gehalt von 30—35 Vol. %	31 einen Gehalt von 45—50 Vol. %
94 einen Gehalt von 35—40 Vol. %	9 einen Gehalt von 50—78 Vol. %.

Die Hygiene kann nicht angeben, von welchem Gehalt ab ein Branntwein nicht mehr schädlich ist; sie muss aber verlangen, dass für Trinkbranntweine ein gewisser Maximalgehalt an Alkohol festgesetzt werde, z. B. 40 Volumprozente, wie Bär will.

Fuselöle.

Dürfte über diesen ersten Punkt Einigkeit unter den Hygienikern herrschen, so ist ein zweiter durchaus kontrovers, nämlich die Frage: In wie weit wird die Schädlichkeit der Branntweine durch Fuselölgehalt bedingt. Indem ich für die äusserst umfangreiche, an grossen planvollen Arbeiten aber doch ziemlich arme Litteratur der höchst schwierig zu beantwortenden Frage auf Sell verweise, hebe ich nur folgende Hauptpunkte hervor.

Toxikologisches über Fuselöle in grösseren Dosen.

1. Unzweifelhaft sind alle anderen alkoholisch-ätherischen Bestandtheile der Branntweine schädlicher als der Aethylalkohol.

Dujardin-Beaumetz und Audigé (Bulletin gén. de Thérapeutique 1875) geben an, dass ein Hund rasch stirbt, wenn er in den Magen erhält pro 1 Kilo Thier:

Aethylalkohol	5,5—6,5 g
oder Propylalkohol	1,76 g
oder Butylalkohol	1,80 g
oder Amylalkohol	1,4—1,55 g.

Demnach wäre Amylalkohol 4mal giftiger wie Aethylalkohol.

Aldehyd wirkt pro 1 Kilo Hund bei 3,5 g tödtlich. Aldehyd hat einen kratzenden Geruch und Geschmack.

Brockhaus machte an sich Versuche mit Aldehyd, Acetal, Propyl-, Isobutyl- und Amylalkohol, die er alle unangenehmer zu nehmen und stärker wirksam fand als Aethylalkohol. Leider giebt er die genommenen Dosen in Tropfen an. — 10 Tropfen Aldehyd wirken in passender Verdünnung schon sehr intensiv reizend, machen Schwindel und Kopfweh; 100 Tropfen Amylalkohol in ½ Liter Wein brennen und kratzen schon sehr stark im Munde, machen Magenschmerzen, Uebligkeit, Rauschgefühl. Nach diesen Versuchen am alkoholgewohnten Menschen wären die erwähnten Stoffe weit mehr als 4 mal (eher 10—25 mal) giftiger wie Aethylalkohol (Centralblatt für allg. Gesundheitspflege I. 1882. Seite 146).

Von den basischen Körpern, welche Morin in Fuselölen beschrieb, die durch Einwirkung von Ammoniak auf Glycerin entstehen sollen, ist 1 g nöthig pro 1 Kilo Kaninchen, um es zu tödten.

Mengen der Fuselöle in Trinkbranntweinen.

2. Es ist dagegen nicht mit Sicherheit zu sagen, ob die Fuselölmengen, die in der Mehrzahl unserer Trinkbranntweine vorkommen (unter 0,2—0,3 %), wirklich nennenswerth zur Erhöhung der Gesundheitsschädlichkeit derselben beitragen. Von 256 Proben waren im Gesundheitsamt:

33	frei von Fuselöl,	
106	enthielten	0 —0,1 %,
82	„	0,1—0,2 %,
29	„	0,2—0,3 %,
6	„	0,3—0,5 %.

Die gross angelegten Thierversuche von Dujardin-Beaumetz und Audigé an Schweinen fast 3 Jahre lang durchgeführt, ergaben wohl mit Wahrscheinlichkeit eine geringere Schädlichkeit von möglichst gereinigtem fuselfreiem Kartoffel-, Rüben- und Kornbranntwein gegenüber dem unreinen, aber es kamen auch hier widersprechende Resultate dazwischen zur Beobachtung, so dass die Autoren selbst ihre mühsamen Untersuchungen noch nicht als abschliessend bezeichnen.

Wirkung kleiner Dosen von Fuselölen.

Von den späteren Untersuchungen seien nur noch die von Strassmann (Exper. Untersuchung z. Lehre vom chron. Alkoholismus. Viertelj. f. gericht. Med. 1888) an 12 Hunden mit 32 volumproz. Aethylalkohol ausgeführten Versuche erwähnt, in denen Theile des Aethylalkohols durch Amylalkohol ersetzt wurden.

Von einem künstlichen Schnaps mit 29% Aethyl- und 3% Amylalkohol wurde in der Hälfte der sonst nöthigen Zeit tödtliche Wirkung beobachtet, von 31% Aethyl- und 1% Amylalkohol eine Steigerung mancher Krankheitssymptome ohne Beschleunigung des Endes, von 31,7% Aethyl- und 0,3% Amylalkohol keine merklich andere Wirkung als von reinem 32% Aethylalkohol.

Verschiedene Forscher haben auch am Menschen experimentirt.

Zuntz (bei Sell, S. 347) will die unangenehme Wirkung des Fuselöls auf einen widrigen Geruch und Geschmack zurückführen. Er nahm selbst in Gallertkapseln 1—1½ g Fuselöl längere Zeit ohne Folgen (entsprechend 2—300 g besonders fuselreichen Branntweins) und plaidirt warm dafür, dass die Wirkung des Schnapses namentlich deshalb eine so deletäre sei, weil die Leute, die ihn konsumiren, in schlechteren Ernährungs-Verhältnissen sich befinden, als die Bier- und Weintrinker. Zuntz hält 0,3—0,4% Fuselbeimengung für nicht besonders schädlich.

Standpunkt der Hygiene gegenüber dem Fuselöl.

Wie sich nun auch die Frage der Giftigkeit der Fuselöle für den Menschen entgültig entscheiden möge, ich glaube die Hygiene muss heute schon folgenden Standpunkt mit guten Gründen vertreten:

1. Es steht fest, dass die höheren Alkohole, Aldehyd, Ester etc., nicht absolut zur Würze der Trinkbranntweine nöthig sind. Die 33 fuselfreien Schnäpse, die in Berlin untersucht wurden, hatten z. B. keine besonderen Gerüche, z. Th. waren sie mit den verschiedensten riechenden Substanzen gewürzt. Es scheint also kein absolutes Bedürfniss nach einer Würzung durch Fuselöl zu bestehen, oder es dürfte doch ein Minimum dieser Würze genügen.

2. Selbst wenn der Anreiz zum Branntweintrinken durch Entfernung der Fuselöle etwas vermindert würde, wäre dies erst recht kein Grund, sich dagegen auszusprechen.

3. Fuselöl ist weit giftiger, als Aethylalkohol und es ist nicht unwahrscheinlich, dass ein Fuselölgehalt von 0,3% ab, schon die Wirkung des Aethylalkohols schädlicher gestalte. Die Hygiene wird jede gesetzliche Regulirung der Frage begrüssen, die einen geringeren Gehalt, etwa 0,1% fordert. Es ist aber ausdrücklich darauf aufmerksam zu machen, dass bis jetzt kein genügender Grund vorliegt, die Fuselöle der einen Branntweinarten für unschädlicher zu halten wie die der anderen, und etwa die wohlschmeckenderen den schlechtschmeckenderen gegenüber milder zu beurtheilen.

4. Ist auch die Beseitigung des Fuselöls hygienisch wünschenswerth, so stellt dieselbe doch nur einen untergeordneten Punkt im Kampfe gegen den Alkoholismus dar.

Uebrige schädliche Branntweinbestandtheile.

Geringe Bedeutung haben die anderen Branntweinbestandtheile: Eine Spur freier Schwefelsäure kann ich nicht gesundheitsschädlich finden; Bestandtheile

schlechten Wassers, Kupfer etc. sind nach Seite 238 u. folg. zu beurtheilen. Pyridinbasen sind giftig, aber in den Mengen, wie sie durch Zusatz von denaturirtem Spiritus unter Trinkbranntwein in denselben gelangen können, kaum mehr sehr gesundheitsschädlich. Nitrobenzol ist ein sehr starkes Gift, 20 Tropfen haben schon zu tödtlicher Vergiftung genügt, sein Zusatz ist also absolut verwerflich. Ob die geringen Blausäuremengen, die in Kirschwasser etc. vorkommen, eine hygienische (toxikologische) Bedeutung haben, dürfte fraglich sein.

2. Beurtheilung der Luxusbranntweine.

§ 413. Es unterliegt keinem Zweifel, dass, wenn die vorhin für die Trinkbranntweine entwickelten Gesichtspunkte richtig waren, sie auch hier maassgebend sein müssen. Die einzige Thatsache, dass man diese meist alkoholreichen, 50—70 Volum % (sehr oft auch sehr fuselölreichen) Schnäpse nur in geringen Mengen und nicht regelmässig zu geniessen pflegt, lässt sich dafür anführen, dass sich bisher die Hygiene wenig um die Bedeutung dieser Stoffe gekümmert hat. In der That spielt bei den Beurtheilungen dieser Genussmittel Geruch und Geschmack erfahrener Praktiker bisher die Hauptrolle; selbst durch eine chemische Untersuchung wird nicht viel über die „Echtheit“ ermittelt, jedenfalls sind ganz spezielle Kenntnisse, Vergleichsmaterial u. s. f. hierzu nöthig. Luxusbranntweine.

Nur ein feinerer Schnaps hat eine eingehendere Be- und Verurtheilung erfahren, das ist der Absynth. Derselbe enthält aus der Absynthpflanze (Artemisia Absynthium) das giftige ätherische Absynthöl, das die Wirkung des Alkohols in sehr bedeutendem Maasse verschlimmert und namentlich Muskelzuckungen, klonische Krämpfe und im Bilde der chronischen Vergiftung epileptiforme Zustände hervorbringt. Absynth.

Litteratur.

Verhandlungen des 2. internationalen Kongresses gegen den Missbrauch geistiger Getränke. Zürich 1888. Enthält ein vollständiges Verzeichniss der Alkohollitteratur aller Völker. S. 254—275.

Sell, E. Ueber Branntwein, seine Darstellung und Beschaffenheit in Hinblick auf seinen Gehalt an Verunreinigungen, sowie über Methoden zu deren Erkennung, Bestimmung und Entfernung. Arbeiten aus dem k. Gesundheitsamt. Bd. IV. Sehr eingehend, kritisch. Untersuchung von 256 Trinkbranntweinen.

Sell, E. Technische Erläuterungen zu dem Entwurfe eines Gesetzes betreffend Aufhebung der §§ 4 und 25 des Gesetzes vom 24. Juni 1887. Ueber Besteuerung des Branntweins. Arbeiten aus dem k. Gesundheitsamt. Bd. V. — Bespricht die Beurtheilung des Branntweines und seiner Verunreinigungen; mit sehr viel Litteraturangaben.

XVI. Abschnitt.

Die Kleidung.

Wichtigste Aufgaben.

A. Untersuchung der Kleidung.

§ 414. Unsere Kleidung ist schon seit längerer Zeit, besonders intensiv aber namentlich in den allerletzten Jahren, ein Gegenstand eifriger hygienischer Studien gewesen. Alle physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Gewebe sind sorgfältig studirt, z. Th. unter Zuhilfenahme sehr feiner Methoden, so dass jetzt die Untersuchung nach den verschiedensten Richtungen hin leicht ist. Da aber nur wenige dieser Methoden eine praktische Bedeutung haben und öfters zur Ausführung besondere Apparate verlangen, so sollen sie im folgenden nicht selten nur erwähnt oder citirt werden [1]).

Am wichtigsten sind folgende Aufgaben:

1. Untersuchung auf das verwendete Rohmaterial.
2. Untersuchung des Verhaltens zu Wasser und Luft.
3. Untersuchung der thermischen Eigenschaften.
4. Untersuchung der verwendeten Farben und Beizen auf Gesundheitsschädlichkeit (Siehe Abschnitt Gebrauchsgegenstände).

1. Die Unterscheidung der Gespinnstfasern.

I. Aus dem Thierreiche:

Uebersicht über die Gespinnstfasern.

§ 415. 1. Wolle, vom Schaf, selten von anderen verwandten Thieren (Ziegenarten, Kameel, Alpacca und Vigogna). Die beiden letztgenannten, lamaartigen südamerikanischen Thiere liefern besonders weiche Wolle.

2. Seide, d. h. Coconfäden des Seidenspinners (Bombyx Mori) und eine Reihe anderer Schmetterlinge, namentlich von Eichenseidenspinnern (Antherea

---

1) Es ist hierbei nicht zu umgehen, dass mehrfach statt einer ausführlichen Schilderung einer Methode eine kurze Anführung ihrer Resultate eintritt.

Yamamaya und Antherea Pernyi), dem Ailanthusspinner (Attacus Cynthia) u. s. f. Als Tussahseide kommt ein Produkt von wilden indischen Cocons in den Handel.

II. Aus dem Pflanzenreiche:

a) Haare:

1. Baumwolle, d. h. die Samenhaare der Baumwollstaude verschiedener Species der Gattung Gossypium.

b) Bastfasern:

1. Leinwand, von der Flachs- oder Leinpflanze (Linum usitatissimum).
2. Jute, von dem tropischen Strauche Corchorus capsularis.
3. Hanf, von der Hanfpflanze Cannabis sativa.

Eine untergeordnete Rolle spielen noch zahlreiche Pflanzenfasern, weniger als Gespinnst-, mehr als Stopfmaterial. Vergl. hierfür v. Höhnel.

§ 416. Zur Unterscheidung dieser Fasern dienen chemische Methoden nur in untergeordneter Weise; hat man die Stoffe fein zerfasert — nöthigenfalls durch langes Kochen in Wasser — möglichst von Farbe befreit, so genügt bei einiger Uebung meist[1]) eine mikroskopische, event. mikrochemische Untersuchung von einigen Minuten, um ein sicheres Urtheil abgeben zu können. Stets sind Fasern aus der Längs- und Querrichtung getrennt zu untersuchen, da oft Zettel und Einschlag aus verschiedenem Material bestehen. Die in den folgenden Ausführungen erwähnten Reagentien und Reaktionen sind: Chemische Reaktionen.

1. Ammoniakalische Lösung von Kupferoxydhydrat, hergestellt durch Fällung von Kupfersulfatlösung mit wenig Ammoniak, Abfiltriren des Kupferoxydhydrates (in einem mit Glaswolle verschlossenen Trichter) und Auflösung desselben durch Uebergiessen mit möglichst wenig Ammoniakflüssigkeit. Es entsteht eine dunkelblaue Flüssigkeit, die Cellulose ziemlich rasch in der Kälte auflöst, verholzte Cellulose aber kaum angreift. Reagentien.

2. Anilinsulfat. Einige Tropfen Anilinöl werden in verdünnte Schwefelsäure gegeben, umgeschüttelt und wenn nöthig filtrirt. Mit einigen Tropfen dieses Reagens befeuchtet, färbt sich verholzte (Ligninhaltige) Cellulose in einigen Minuten intensiv gelb, reine Cellulose nicht. Durch Bleichen der Fasern verschwindet die Ligninreaktion.

3. Molisch's Reaktion. Man übergiesst eine kleine Probe des möglichst (durch Auskochen mit Wasser) von Farbe befreiten Stoffes mit 2 cbcm konz. Schwefelsäure und fügt zwei Tropfen einer kalt gesättigten Lösung von Thymol in Wasser hinzu. Sind Kohlehydrate (hier spez. Cellulose d. h. Pflanzenfasern) vorhanden, so färbt sich beim Umschütteln die Flüssigkeit rothviolett.

---

[1]) Schwierig ist eigentlich nur die hygienisch belanglose Unterscheidung von Lein und Hanf. Ausserdem können starke Färbungen der Fasern die Diagnose erschweren.

4. **Reaktionen mit Jod und Schwefelsäure.** Jodlösung = 1 g Jodkalium in 100 cbcm dest. Wasser gelöst und so viel Jod zugefügt, dass etwas ungelöst am Boden bleibt. Schwefelsäure = 2 Volum Glycerin + 1 Volum dest. Wasser + 3 Volum konzentrirte Schwefelsäure, die langsam unter steter Abkühlung des Gefässes zugesetzt werden.

Die Faser wird zuerst auf dem Objektträger mit etwas Jodlösung behandelt und der Ueberschuss weggenommen, zu dem fast trockenen Präparat setzt man 1—2 Tropfen der Schwefelsäure. Reine Cellulose färbt sich blau, verholzte gelb. Gefärbte und gebleichte Fasern geben ganz veränderte Reaktionen.

A. Uebersicht über das chemische Verhalten der Kleidungsstoffe.

Reaktionen.

	Wolle	Seide	Baumwolle	Leinwand	Hanf	Jute
Kochende Kalilauge	etwas schwer löslich	leicht löslich	ungelöst	ungelöst	ungelöst	ungelöst
Kupferoxyd-ammoniak	quillt langsam	unverändert	Leicht löslich unter blasigem Aufquellen, vergleiche S. 473.	Quellung ohne Lösung	Quellung ohne Lösung	Quellung ohne Lösung
Anilinsulfat	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert oder blassgelb	stark gelb	stark gelb
Molisch's Reaktion	fehlt	fehlt	purpurviolett	purpurviolett	purpurviolett	purpurviolett

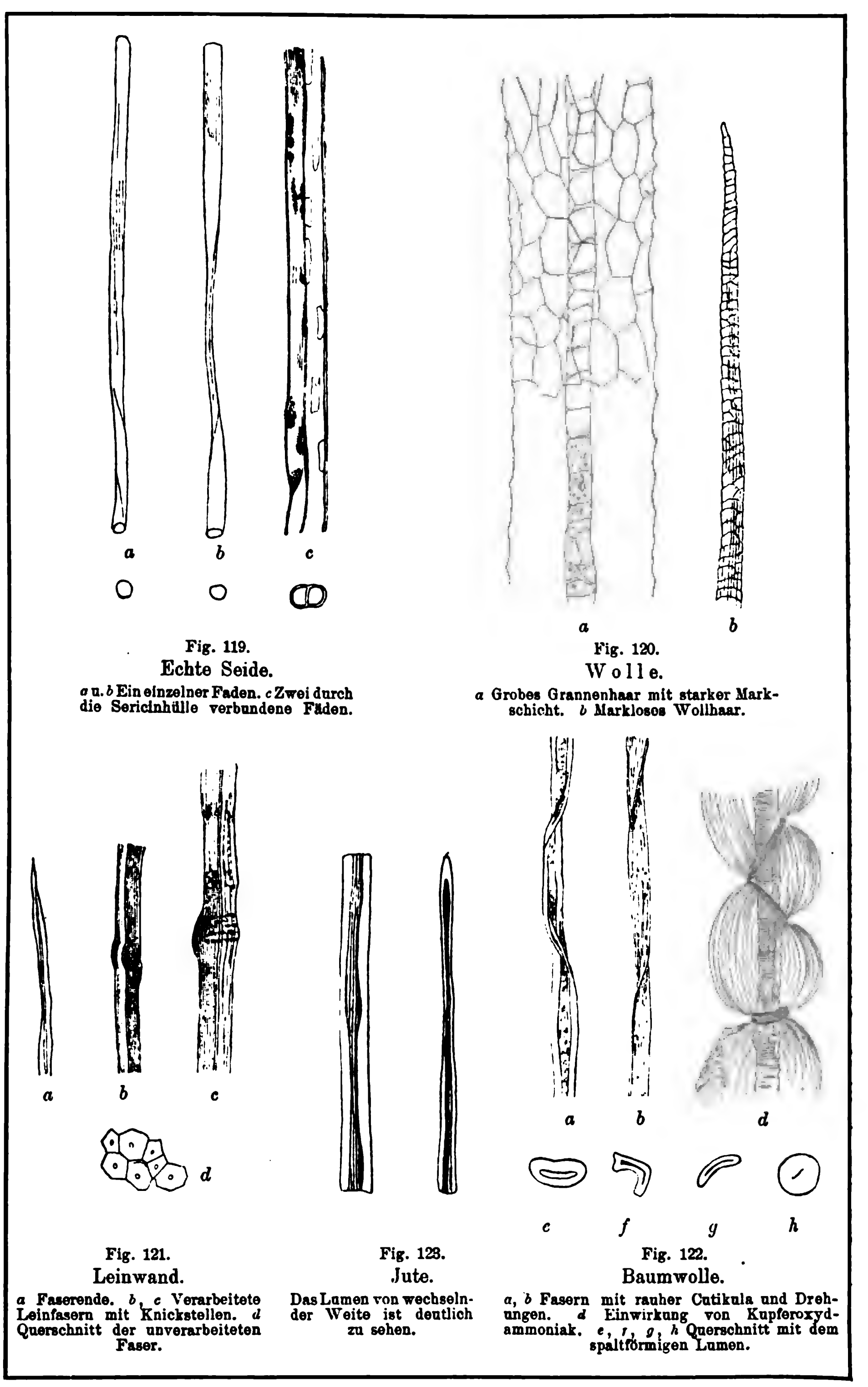


Fig. 119.
Echte Seide.
a u. *b* Ein einzelner Faden. *c* Zwei durch die Sericinhülle verbundene Fäden.

Fig. 120.
Wolle.
a Grobes Grannenhaar mit starker Markschicht. *b* Markloses Wollhaar.

Fig. 121.
Leinwand.
a Faserende. *b*, *c* Verarbeitete Leinfasern mit Knickstellen. *d* Querschnitt der unverarbeiteten Faser.

Fig. 123.
Jute.
Das Lumen von wechselnder Weite ist deutlich zu sehen.

Fig. 122.
Baumwolle.
a, *b* Fasern mit rauher Cutikula und Drehungen. *d* Einwirkung von Kupferoxydammoniak. *e*, *f*, *g*, *h* Querschnitt mit dem spaltförmigen Lumen.

Die wichtigsten Gespinnstfasern nach v. Höhnel.

Uebersicht über das mikroskop. Verhalten der Kleidungsstoffe.

B. Uebersicht über das mikroskopische

	Wolle	Echte Seide	Wilde Seiden
Querschnitt und Durchmesser	Rundlich. Feinste Sorten 12—37 μ, gröbste 80 bis 100 μ dick.	Rund. 8—24, im Mittel 15 μ dick.	Oval.
Lumen	Kein eigentliches Lumen, die centralen Markzellen der Grannenhaare zuweilen mit Luft gefüllt.	Fehlt.	Fehlt.
Faserende	Spitz.	Abgerissen.	Abgerissen.
Oberfläche und innere Struktur	Von äusserst charakteristischen, bald längs, bald quergestreckten Epidermisschüppchen ist die Oberfläche rauh. Unter der Epidermisschicht liegt eine parallelfaserige Längsfaserschicht; im Centrum der gröberen Haare, namentlich der Grannenhaare, sind kubische Markzellen enthalten. Die weichen, dünnen, marklosen Wollhaare und die derben glänzenden markhaltigen Grannenhaare sind im Bau demnach ziemlich verschieden; sie kommen in den verschiedenen Wollen theils gemischt, theils getrennt vor.	In unverarbeiteter (nicht degummirter) Seide sind stets 2 Fäden aus Fibroin in eine zarte Hülle von Sericin (Seidenleim) eingeschlossen; letztere ist von Querfalten, Rissen, Sprüngen durchzogen. Die Oberfläche des eigentlichen Fadens ist ganz glatt, der Zwischenraum zwischen 2 in der Sericinhülle eingebetteten Fäden kann bei oberflächlicher Betrachtung ein Lumen in einem dicken Faden vortäuschen.	Ebenso, aber die Oberfläche der Fäden zeigt bei der grossen Mehrzahl der „wilden Seiden“ zarte Längsstreifung.

Verhalten der Kleidungsstoffe.

Baumwolle	Leinwand	Hanf	Jute
Nierenförmig, plattgedrückt 12—42 μ, meist 15—25 μ dick.	Unverarbeitet polygonal eckig, verarbeitet rundlich, stumpfkantig. 12 bis 26, meist 15 bis 17 μ dick.	Aehnlich.	Rundlich polygonal, 20—25 μ.
An den gröberen Sorten weit, an den feinen sehr eng spaltförmig; erstere zeigen mehr platten, letztere mehr rundlichen Querschnitt.	Auf dem Querschnitt punktförmig, oft schwer zu sehen.	Spaltförmig, oft verästelt, an den Faserenden eng.	An den verschiedenen Stellen der Faser wechselnd, an den Enden meist auffallend weit.
Stumpf.	Sehr spitz.	Stumpf, oft 2 bis 3 stumpfe Nebenspitzen.	Stumpf.
Die Oberfläche des Fadens ist selten glatt; meist erscheint sie durch den rauhen Cutikularüberzug feinkörnig oder fein gestrichelt. Die Fäden selbst sind in charakteristischer Weise spiralig um die Längsachse gedreht, die gröberen, dünnwandigen, weitlumigen Sorten am stärksten. — Sehr charakteristisch ist das Verhalten der Faser zu Kupferoxydammoniak. Die Cutikula und die innere Auskleidung des Faserlumens widerstehen der Auflösung; letztere zieht sich faltig zusammen, erstere bildet festere Ringe, zwischen denen die gequollene Cellulose bauchig hervor drängt (Fig. 123 d).	Unverarbeitet, noch mehr aber verarbeitet, zeigt die Faser zahlreiche Längsklüfte und Sprünge, sehr charakterist. sind die von Zeit zu Zeit auftretenden queren Knick- und Bruchstellen.	Sehr ähnlich. Sichere Unterscheidung von Flachs meist nur durch Aufsuchen von anderen Gewebsbestandtheilen: Epidermis, Haaren, Farbstoffschläuchen u. dergl. möglich. Vergl. Litteratur. Verwendung fast nur zu Säcken und Stricken, kaum zu Bettüchern und groben Hemden.	Aehnlich, aber durch das weite ungleiche Lumen leicht zu unterscheiden. — Makroskopisch fällt der Glanz und die grobe Beschaffenheit der Fasern auf. Verwendung fast nur zu Vorhängen, billigen Möbelstoffen, Decken und Säcken.

2. Verhalten der Kleidung zu Luft, Wasser und Wärme.

1. Verhalten zu Luft.

Verhalten zur Luft.

§ 417. Für wissenschaftliche Zwecke verfährt man, wie unter Prüfung der Luftdurchlässigkeit von Baumaterialien beschrieben, nach v. Pettenkofer, indem man eine Röhre von 1 qcm, besser mit grösserem, Querschnitt, mit dem Stoffe bespannt und die unter bestimmtem Drucke (5 cm Wasser) durchgehende Luft misst. Es kommt auf den Grad der Spannung der Gewebe, faltenloses Ausbreiten etc. alles an. Für praktische Zwecke genügt meist schon eine Betrachtung des Stoffes zur Orientirung und eine Erinnerung an folgende Relativzahlen v. Pettenkofers:

Starker Druck.

Es gingen durch	Flanell	100	Buckskin	58
	mittelfeine Leinwand	58	Glacéleder	1
	Seidenzeug	40	Waschleder	51

Schwacher Druck.

Nocht fand noch viel bedeutendere Differenzen, als er bei einer Druckdifferenz von nur 0,04 mm Wasser und 56,7 qcm grossen Stoffstücken arbeitete:

Flanell	100	Barchend	25	Lahmann's Stoff	249
alter Flanell	128	alter Barchend	98		
Jäger's Stoff	150	Leinwand	16		

Durchlässigkeit feuchter Stoffe.

Nocht hat auch nach seiner eben erwähnten Methode die Durchlässigkeit nasser Zeuge für Luft geprüft (Druck 1—2 mm). Als Resultat wurde gefunden: Setzt man die Durchlässigkeit von trockenem Flanell = 100, so giebt nasser Lahmann'scher Stoff 28, Jäger's Stoff 3,6, die anderen Woll-, Baumwoll- und Leinwandstoffe etwa 2 Durchlässigkeit.

2. Verhalten zu Wasserdampf.

Verhalten zu Wasserdampf.

§ 418. Von untergeordnetem Interesse ist die Bestimmung der Bindekraft von dampfförmigem Wasser, die für alle Kleidungsstoffe von der Temperatur unabhängig, bloss von der relativen Feuchtigkeit und dem Material abhängig ist. Die Ermittlung geschieht, indem man über Schwefelsäure getrocknete Stoffproben in luftdicht schliessenden Blechbüchsen genau wiegt, die Proben dann einer Luft von bestimmter Feuchtigkeit aussetzt und die Gewichtszunahme nach $^1/_2$, 1, 2, event. bis 48 Stunden bestimmt. — Bei Nebel ist schon flüssiges Wasser in der Luft und die Wasseraufnahme über das hygroskopische Maximum sehr wesentlich erhöht.

1000 g trockenes Zeug absorbiren in 2 Stunden in wassergesättigter Luft Baumwolle und Leinwand etwa 80, Flanell 118 g Wasserdampf. Die Farbe ist ohne Einfluss (Boubnoff, A. f. Hyg. I); nach Nocht absorbirt in 48 Stunden Baumwolle 164—174, Leinwand 206, Flanell 281.

3. Verhalten zu flüssigem Wasser.

Absolute Wasserkapacität.

§ 419. a) Zur Bestimmung der absoluten Wasserkapacität taucht man nach v. Pettenkofer die zu vergleichenden lufttrockenen Stoffe in einer Schüssel mit Wasser unter und drückt sie darin mehrfach zusammen. Schliess-

lich unterwirft man alle fraglichen Stoffe zusammen einem möglichst gleichstarken Druck mit der Hand und bestimmt die Gewichtszunahme, die man auf 100 qcm oder 100 g umrechnen kann. Man erhält so natürlich nur Vergleichswerthe und zwar ziemlich schwankende, stets bleibt aber in der elastischen Wolle beträchtlich mehr Wasser zurück. In 100 g fanden:

	Flanell	Baumwolle	Leinwand	
v. Pettenkofer	91,3		74	mit der Hand stark ausgedrückt.
Linroth	148	82	81	
Boubnoff	108	68	75	
Nocht	183	162	126	ohne Ausdrücken, nur aufgehängt bis keine Tropfen mehr abliefen.
	258 (Jägerstoff)	218 (Lahmann's Stoff)		

b) Die Benetzbarkeit eines Stoffes, resp. die Raschheit, mit der er flüssiges Wasser aufnimmt, wird ermittelt (Vergl. Mense, C.: Ueber das Verhalten von Kleidungsstoffen gegenüber tropfbarflüssigem Wasser. Dissertation München 1890): Benetzbarkeit und Raschheit der Wasseraufnahme.

1. Indem man ihn auf eine Schale mit Wasser legt und beobachtet, bis wann er untersinkt. Warmes Wasser benetzt viel rascher als kaltes.

2. Indem man den Stoff auf Rahmen spannt, Wassertropfen von bestimmter Grösse darauf giebt (z. B. $^1/_{10}$—$^5/_{10}$ cbcm) und ihr Verschwinden beobachtet.

3. Indem man Stoffstreifen an ihrem unteren Ende durch Einnähen eines Glasstabs beschwert, 1 cm weit in Schalen mit Wasser einhängt (dessen Niveau konstant gehalten wird) und die Raschheit und Höhe des Aufsteigens der feuchten Zone beobachtet.

Stets sind solche Versuche gleichzeitig an verschiedenen Streifen vergleichend auszuführen und dabei zu bemerken: Wolle (ganz besonders Jägerwolle) benetzt sich am schlechtesten[1]), dann folgt Baumwolle, Leinwand; am raschesten benetzt sich Seide.

Stoffe aus gleichem Material benetzen sich um so schlechter, je stärker die Appretur, und je rauher die Oberfläche. Waschen vermehrt bei der Mehrzahl der Stoffe die wasseraufsaugende Kraft, bei Seide, die dadurch rauher wird, kann sie aber sogar vermindert werden. Ein sicherer Einfluss der grösseren oder geringeren Dichtigkeit des Gewebes war auffallenderweise nicht nachzuweisen.

---

[1]) Nocht fand für gewöhnlichen Flanell eine viel schlechtere Benetzbarkeit als für Jägerwolle. Lahmann's Reformbaumwolle benetzte sich ebenso schwer wie Jägerwolle. Halbwollene Flanelle benetzen sich ähnlich so schlecht wie reinwollene. Alte abgetragene Wollstoffe benetzen sich sehr rasch, vielleicht wegen Beschädigung des Epidermisüberzugs der Wollhaare.

Als Beispiel möge dienen:

Vollständige Benetzung d. h. Untersinken trat bei auf dem Wasser schwimmenden Zeugstücken ein (nach Mense):

	Kaltes Wasser		Warmes Wasser	
	ungewaschener Stoff	gewaschener Stoff	ungewaschener Stoff	gewaschener Stoff
Seide	sofort	5 Sek.	sofort	sofort
Leinwand	1 Minute	6 Sek.	3 Sek.	sofort
Baumwolle	4 St. 12 Min.	4 Min.	5 Min.	5 Sek.
Flanell	gar nicht	1 St. 36 Min.	25 Min.	13 Min.
Jäger'sche Wolle	gar nicht	gar nicht	28 Min.	21 Min.

Imprägnirte Stoffe.

Handelt es sich um die Prüfung von durch Imprägnirung mit gewissen Salzen (namentlich Thonerdesalzen) wasserdicht gemachten Stoffen, so verfährt man in ganz gleicher Weise — schliesst aber eventuell eine Untersuchung der Luftdurchlässigkeit (S. 474) an, um zu konstatiren, ob nicht durch die Imprägnirung die Luftdurchlässigkeit gelitten hat.

Verhalten zum Schweiss.

c) Prüfung des Verhaltens der Kleidung zum Schweiss. Nach den Untersuchungen von E. Cramer (A. f. Hyg. X) lässt sich durch Bestimmung des Kochsalzgehalts in Kleidern ein Maassstab für den aufgesaugten Schweiss gewinnen. Letzterer enthält 0,38 % Chlornatrium; die Extraktion der Kleider geschieht durch mehrmals erneutes heisses Wasser unter Zuhilfenahme einer Fleischpresse und Titrirung des Chlors in den eingeengten vereinigten Auszügen. Baumwolle, auf der Haut getragen, hält die festen Schweissbestandtheile viel besser zurück als Wolle, die sie in die weiteren Kleiderschichten wandern lässt. Bleibt somit ein Wollhemd länger rein, so verschmutzen die Oberkleider um so mehr. Die Schweissverschmutzung (durch den Kochsalzgehalt gemessen) von Unterhose, Hemd und Socken (alles Baumwolle) verhält sich in gleichen Zeiten wie 1 : 2 : 8.

Austrocknung.

d) Die Abgabe des aufgenommenen Wassers (das Trocknen) wird in naheliegender Weise durch Aufhängen der Stoffe und Wiegen in gewissen Intervallen bestimmt. Das Verhalten des hygroskopischen Wassers ist ohne praktisches Interesse; die Abgabe des flüssigen Wassers erfolgt sehr viel langsamer und gleichmässiger von Wolle einerseits als von Baumwolle und Leinwand andererseits.

Wolle verdunstet in einem Beispiel von Boubnoff z. B. die 7 ersten halben Stunden je 9,8–14,6 Proz., in Summa 87,1 Proz. Wasser, die folgenden halben Stunden noch 6,5; 4,5; 1,9. — Baumwolle und Leinwand geben schon in der ersten halben Stunde etwa 50 Proz., in der zweiten 30 Proz. und in der letzten halben Stunde den Rest ab. Wolle hat dann erst etwa 36 Proz. abgegeben. — Nach Nocht verhalten sich aber dickere Baumwollstoffe (Barchend, Lahmann's Stoff) im Austrocknen ganz ähnlich wie Wollstoffe, nur für dünnere Leinwand fand auch er rascheres Trocknen.

3. Thermische Eigenschaften der Kleidung.

§ 420. Die Eigenschaften der Kleidungsstoffe in Beziehung auf Wärmeleitung und Wärmestrahlung interessiren uns nur, insofern sie die Wärmeökonomie des Körpers beeinflussen. Thermische Eigenschaften.

Die Wärmestrahlung von den rauhen Kleideroberflächen ist grösser als von der glatten Haut (Rubner) und von allen Kleidungsstoffen ziemlich gleich (Krieger). Man kann sie prüfen (Rubner), indem man eine Thermosäule beobachtet, der aus gleicher Entfernung gleichwarme Flächen von nackter Haut und von verschiedenen Stoffen hinter dem Ausschnitt eines Schirmes gegenübergestellt werden. Strahlung.

Die Wärmeabsorption ist für dunkle Wärmestrahlen für alle Stoffe, wie es scheint, ziemlich gleich, für helle Wärmestrahlen in höchstem Maasse von der Farbe abhängig. Etwaige Differenzen der verschiedenen Kleiderstoffe verschwinden daneben. Zur Ermittlung setzt Krieger, Zeitschr. f. Biol. 1869. S. 523, mit kaltem Wasser gefüllte Cylinder nach Umhüllung mit verschiedenfarbigen Stoffen unter gleicher Neigung den Sonnenstrahlen aus und bestimmte die Temperatursteigerung des Wassers. Dabei fand er folgende Relativzahlen: Absorption strahlender Wärme.

Absorption durch	weissen Shirting	100,	türkischroth Shirting		165,
	blassgelb „	102,	dunkelgrün	„	168,
	dunkelgelb „	140,	hellblau	„	198,
	hellgrün „	155,	schwarz	„	208.

Wärmeleitung. Jede Umhüllung des Menschen mit den schlecht leitenden Kleidungsstoffen vermindert seine Wärmeabgabe (Rubner und Rumpel, Arch. f. Hyg. IX.) und zwar indirekt und direkt. Verminderung der Wärmeleitung wirkt auf zwei Wegen.

Einmal ist die Wärmeabgabe durch Strahlung vermindert, weil durch die schlechte Wärmeleitung der Kleidung die Temperatur der strahlenden Oberflächen sehr herabgesetzt wird; es wird dadurch die Begünstigung der Strahlung durch die rauhen Oberflächen (siehe oben) weit überkompensirt. Nachgewiesen wird dies ebenfalls durch eine Thermosäule, der der menschliche Körper hinter einem Schirm mit Ausschnitt gegenübergestellt wird. Die einzelnen Stoffe wirken in dem Maasse, als sie die Leitung der Wärme beeinträchtigen. Ist die Ausstrahlung des nackten Körpers = 100, so ist sie mit Wollhemd = 73, vollbekleidet = 33 (Rubner und Rumpel). indirekt

Zweitens wird die Wärmeabgabe durch Leitung vermindert, da sich in den Poren und Zwischenräumen der Kleider eine schwer bewegliche Luftschicht befindet, die einen äusserst schlechten Wärmeleiter darstellt. direkt.

Zur Prüfung der Verzögerung der Wärmeleitung[1]) hat zuerst Krieger (Zeitschr. f. Biol. 1869) einen mit warmem Wasser gefüllten Blechcylinder mit den zu prüfenden Stoffen nach einander umhüllt und das Sinken eines eingetauchten Thermometers beobachtet. Seine Versuche sind von Schuster, Arch. f. Hyg. VIII, in mustergültiger Weise verfeinert und erweitert worden. Letzterer beobachtete, Bestimmung der Verzögerung der Leitung.

1) Diese Versuche bestimmen den indirekten und direkten Effekt der gestörten Wärmeleitung zusammen.

um wieviel Grad Celsius der Cylinder sich in 40 Min. abkühlte, wenn er beim Versuchsbeginn 33° wärmer war als seine Umgebung. Die Wärmeabgabe wird nach dieser Methode durch dünnes Leinenzeug um etwa 4, durch dicke Wollstoffe um 18—27 % vermindert. Eine zweite Schicht durch ein feines Drahtgestell in einiger Entfernung vom bekleidenden Cylinder gehalten, hemmt nochmals um etwa 30 %.

Gründe der schlechten Wärmeleitung.

Da die Versuche ergaben, dass alle Kleidungsstoffe (vielleicht mit Ausnahme der Seide) gleich gute oder schlechte Wärmeleiter sind, ihr schlechtes Wärmeleitungsvermögen aber in erster Linie davon abhängt, dass viel feinvertheilte, schwer bewegliche Luft in dem lockeren Gewebe eingeschlossen ist, so gestattet eine Betrachtung des Gefüges des Stoffes und der Stoffdicke die warmhaltende Kraft auch ohne Versuche zu schätzen. Bei der Wolle mag allerdings zu der lockeren Webart noch hinzukommen, um sie warmhaltend zu machen, dass ihre rauhe Oberfläche die Haut reizt und und dadurch blutreicher macht, und dass ihre abstehenden Haare noch eine ziemlich dicke Luftschicht zwischen Haut und Wollhemd hervorbringen.

Wärmeabgabe. Rubner's Luftkalorimeter.

Wärmeabgabe. Die Verminderung der gesammten Wärmeabgabe des Menschen durch die Bekleidung hat Rubner durch sein Luftkalorimeter gezeigt (Zeitschr. f. Biol. 1888), das im Wesentlichen auf dem Prinzip beruht, die Erwärmung eines abgesperrten Luftvolums durch die von einem menschlichen Arme abgegebene Wärmemenge mittelst seiner Ausdehnung durch ein Volummeter zu messen.

Eine nähere Beschreibung des der Praxis kaum zugänglichen Apparates ist hier nicht zu geben, nur das sei gesagt, dass der Apparat zur genauen Messung der abgegebenen Kalorien durch sorgfältige Kalibrirung verwendbar ist. Zwei gleichartige Apparate gestatteten gleichzeitig den einen Arm bekleidet, den andern unbekleidet zu untersuchen.

4. Durchlässigkeit für Sonnenstrahlen.

Durchlässigkeit für Sonnenstrahlen.

§ 421. Boubnoff hat neuestens geprüft, wie weit Stoffe Sonnenstrahlen durchlassen, indem er die Schwärzung von Silbersalzen unter verschiedenen Stoffen beobachtete. Er fand, dass alle Stoffe Sonnenstrahlen durchlassen, die ungefärbten viel mehr als die gefärbten, die schwarzen am wenigsten. Die Permeabilität für Luft ist ohne Einfluss auf die für Sonnenstrahlen, dagegen die Stoffdicke. (Arch. f. Hyg. X. Siehe dort auch interessante Litteraturangaben über Wirkung des Sonnenlichtes.)

Anhang. Thermische Eigenschaften der nassen Stoffe.

Thermische Eigenschaft. nasser Stoffe.

§ 422. Die besprochenen Methoden gestatten auch, die Wirkung nasser Stoffe auf unsere Wärmeökonomie zu prüfen. Sagt uns schon unser Gefühl, dass durch Durchnässung die Wirkung der Kleider als Wärmeschutz aufgehoben, ja überkompensirt sein kann, so fand Rumpel, dass im Kalorimeter ein in feuchte Flanellbinden eingehüllter Arm durch Leitung und Strahlung nahezu ebensoviel

Wärme als ein völlig unbekleideter abgiebt und dass die gesammte Wärmeabgabe inklusive der auf die Verdunstung fallenden das dreifache eines nackten, das fünffache eines Bekleideten beträgt.

Obwohl keine Zahlen vorliegen, kann als sicher angenommen werden, dass die rasch von Regen oder Schweiss durchnässten Baumwoll- und Leinenstoffe, die ihre Porosität, also ihren Luftgehalt in feuchtem Zustand rasch ganz verlieren, sich noch ungünstiger als Wolle, auch bei messenden Versuchen, verhalten werden — wenigstens fand Nocht, dass ein Warmwassercylinder, von nassen Baumwoll- und Leinenstoffen umhüllt, ca. 33 Proz stärker abkühlt, als wenn derselbe eine Umhüllung mit nasser Wolle oder Halbwolle erfahren hat. Hier verhielt sich auch die Lahmann'sche Baumwolle nicht anders wie die übrigen Pflanzenfasern.

Unterschied von Baumwolle und Wolle.

B. Beurtheilung der Kleidung.

Beurtheilung.

§ 423. Von der im praktischen Leben wichtigsten Beurtheilung der Kleidung auf Dauerhaftigkeit, Echtheit der Farben, Preiswürdigkeit etc. kann hier nicht die Rede sein, da die Qualität der verwendeten Rohstoffe und die spezielle Herstellungsweise vielfach von maassgebendem, aber nur vom Praktiker zu beurtheilendem Einflusse sind.

Für die Erkennung der Kunstwolle, Lumpenwolle (Shoddy, Mungo) in Wollstoffen sei auf v. Höhnel verwiesen.

Ich will mich darauf beschränken, hier einige Bemerkungen über die zweckmässige Auswahl der Bekleidung, speziell der Unterkleider, unter verschiedenen Klimaten zu geben, wobei nicht vergessen werden darf, dass einzelne Personen sehr viel empfindlicher als andere auf unzweckmässige Kleidung reagiren und die Gewöhnung unglaublich viel ausmacht.

1. Bekleidung für kalte Klimate.

Bemerkungen über die Bekleidung unter verschiedenen Klimaten.

§ 424. Locker gewebte dicke Stoffe mit vielen engen Lufträumen, in denen die Luft schwer beweglich ist, also vorwiegend Wolle. Viele Schichten übereinander sind zu empfehlen. Besonders energischen Wärmeschutz gewähren Pelze auf der Haut getragen. Die Kleidungsstücke sollen ziemlich eng anliegen.

Wird Wolle auf der Haut wegen grosser Empfindlichkeit der letzteren nicht vertragen, so bietet die zarte Vigognawolle einen wenig reizenden Ersatz. So lange man nicht schwitzt, können auch porös gewebte Baumwollgewebe (Reformbaumwolle und dergleichen) gute Dienste leisten.

2. Bekleidung für heisse, trockene Klimate.

§ 425. Dünne Gewebe aus Baumwolle oder Leinwand. Die Kleider sollen weit sein und nur aus wenigen Schichten bestehen. Für den Aufenthalt im Freien hellfarbige Kleider, um die Wärmeabsorption zu vermindern, eventuell mit dunklem Futter, um die zu starke Wirkung des Sonnenlichtes abzuschwächen.

3. Bekleidung für heisse feuchte Klimate.

§ 426. Leichte Wollgewebe, die langsam den Schweiss aufnehmen, aber auch im durchfeuchteten Zustande noch keine so guten Wärmeleiter wie Leinwand und Baumwolle sind, da noch immer zahlreiche Poren mit Luft gefüllt bleiben. Finden keine erheblichen Temperatursprünge statt, so kann statt Wolle auch poröses Baumwollgewebe, Lahmann's Stoff u. dergl. getragen werden.

4. Bekleidung für Klimate mit Temperatursprüngen.

§ 427. Wie bei 3 geschildert, aber der Ersatz von Wollgeweben durch Baumwolle kann nicht mehr empfohlen werden. Ausserdem Ueberkleider, die nach Bedarf angelegt und abgelegt werden können.

5. Bekleidung als Regenschutz.

§ 428. Gummikleidung ist fast absolut zu verwerfen, höchstens in nasskaltem Klima, da der Körper unter derselben alsbald in Schweiss geräth. Porös wasserdichte, imprägnirte Wollstoffe haben wohl eine sehr bedeutende Zukunft. Schon gewöhnliche Wollstoffe gewähren gegenüber Baumwolle längere Zeit Regenschutz, schliesslich werden aber Wollkleider durch ihre hohe Wasseraufnahme sehr schwer. Deshalb ist der Soldatenmantel bei Regen gerollt zu tragen und als trockenes Nachtkleid zu benutzen.

Litteratur.

a) Mikroskopie der Gespinnstfasern.

v. Höhnel, F. Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. Wien 1887. Erschöpfende Darstellung auf eigener Untersuchung beruhend. Viele Abbildungen.

Hanauseck, T. F. und Hoyer. Artikel Spinnfasern in Dammer's Lexikon der Verfälschungen.

b) Physikalisch-biologische Arbeiten (einige andere im Text citirt).

Krieger. Untersuchungen und Beobachtungen über die Entstehung von etc. Krankheiten. Zeitschrift f. Biol. 1869. Bd. V.

v. Pettenkofer. Ueber die Funktion der Kleider. Zeitschr. f. Biologie. Bd. I. Grundlegend für das Gebiet in Methodik und Deutung der Befunde, und

v. Pettenkofer. Ueber das Verhalten der Luft zum bekleideten Körper des Menschen. Popul. Vorträge, I. Heft, Braunschweig.

Linroth, K. Einige Versuche über das Verhalten des Wassers in unseren Kleidern. Zeitsch. f. Biol. XVII.

Rubner. Lehrbuch der Hygiene. Abschnitt Kleidung. Es sind hier noch eine Reihe von eigenen Arbeiten und Bestimmungen erwähnt, über die bisher keine ausführlichen Mittheilungen stattfanden.

Uffelmann. Lehrbuch der Hygiene. Abschnitt Kleidung.

Müller, Bruno. Die Beziehung des Wassers zur Militärkleidung. Arch. f. Hygiene II.

Hiller. Beiträge zur Kenntniss der Wärmeökonomie des Infanteristen auf dem Marsche. Deutsche militärärztliche Zeitschrift. 1885 und 1886.

Nocht. Vergleichende Untersuchungen über verschiedene zu Unterkleidern verwendete Stoffe. Zeitschr. f. Hyg. V.

XVII. Abschnitt.

Einige Winke über die hygienische Untersuchung und Beurtheilung eines Wohnhauses und seiner Einrichtung[1]).

I. Die Baumaterialien.

§ 429. Als wichtigste Baumaterialien finden neben Bruchsteinen, Quadern und künstlichen Steinen (Ziegeln, Schlackensteinen, sogen. Schwemmziegeln, Cementgussstücken und dergl. mehr), Holz und Eisen Verwendung. Als Bindemittel dient Kalk-, Gips- und Cementmörtel im weitesten Sinne. Baumaterialien.

1. Die Steine.

Eine Prüfung der Baumaterialien wird kaum vom Hygieniker verlangt; die Erfahrung des Architekten genügt meist, eine zweckmässige Auswahl zu treffen, und die menschliche Kunst vermag auch ein weniger geeignetes Baumaterial durch zweckmässige Verwendung brauchbar zu machen, z. B. luftundurchlässige Bruchsteine durch starke verbindende Mörtelmassen, grosse Dimensionen oder gute künstliche Ventilation der daraus erbauten Räume. Steine.

Zu speziellen Zwecken wird man gelegentlich bestimmen:

---

1) Vorstehender Abschnitt weist schon durch seinen Titel darauf hin, dass ich mir eine möglichste Beschränkung auf das wichtigste und elementarste auf diesem hygienisch noch wenig erforschten Gebiete zur Aufgabe machte. Zahlreiche Fragen habe ich mich begnügt anzudeuten; den Gebrauch komplizirterer, schwer zugänglicher Apparate wenig erwähnt. Eine Trennung in „Untersuchung“ und „Beurtheilung“ ist meist aufgegeben, wo keine besonderen Untersuchungsmethoden zu schildern waren. Ueber Bauplatz und Baugrund sind einige Angaben auf Seite 191 enthalten. Als „Entw. Reichsges.“ citire ich an verschiedenen Stellen die bescheidenen Minimalanforderungen, die der deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege 1889 in Strassburg als: „Entwurf von reichsgesetzlichen Vorschriften zum Schutze des gesunden Wohnens“ in seinem letztjährigen Vereinsberichte nach gründlichster Berathung von sachkundigster Seite mitgetheilt hat. Reichsgesetzentwurf zum Schutze des gesunden Wohnens.

Porenvolum.

1. Das Porenvolum (nach Seite 184).

Luftdurchlässigkeit.

2. Die Luftdurchlässigkeit. Umständlicher Versuch. Man ermittelt, wie viel Luft durch Cylinder von verschiedenem Baumaterial von gleicher Oberfläche (z. B. 1 qdcm), gleicher Dicke (z. B. 1 dcm) unter gleichem Drucke durchgeht. Die Versuche setzen voraus, dass die Mantelfläche des Cylinders durch Wasserglas, Paraffin oder Kautschuck ganz undurchlässig gemacht wird. Jeder zufällige Riss, Sprung etc. macht natürlich den Block unbrauchbar.

Wasseraufnahme.

3. Die Menge Wasser, die der Stein aus feuchter Luft und aus flüssigem Wasser aufnimmt. Aus feuchter Luft ist die Aufnahme sehr gering; aus Wasser nehmen feinporige Steine, z. B. Ziegel, allmählich fast 100 % des Porenvolums auf. Ein geringes Porenvolum wird stets ein Zeichen einer geringen Luftdurchlässigkeit sein.

4. Die Geschwindigkeit, mit der die Wasseraufnahme erfolgt. Je enger die Poren, um so langsamer die Wasseraufnahme, aber auch um so vollständiger die Ausfüllung derselben.

Zug- und Druckfertigkeit.

5. Die Zug-, namentlich aber die Druckfestigkeit der Steine und der erhärteten Bindemittel. Hierzu sind besondere sehr theuere „Festigkeitsprüfungsmaschinen" nothwendig. Es geschieht daher meist in hierzu errichteten staatlichen Anstalten, welche Zeugnisse an die Fabrikanten bezw. Händler ausstellen.

Frostbeständigkeit.

6. Die Frostbeständigkeit. Durch häufiges Gefrieren und Wiederaufthauen des mit Wasser vollgesogenen Steines in einem durch Kältemischung abgekühlten Raume bekommen schlechte Baumaterialien Sprünge, und es blättern und bröckeln kleinere und grössere Fragmente ab. Der Technik zu überlassende Methode.

Ziegel mit Einschlüssen von Aetzkalkbrocken.

7. Bei Ziegeln ist es, namentlich wenn sie etwa zu Gewölbekonstruktionen und dergleichen dienen sollen, nothwendig, sich davon zu überzeugen, dass sie nicht aus Lehm bereitet sind, der Kalksteine einschloss. Letztere gehen nämlich beim Brennen der Ziegel in Aetzkalk über und treiben beim Feuchtwerden (indem der Aetzkalk zu Aetzkalkhydrat wird und sein Volum dabei vergrössert) die Ziegel auseinander. — Zur Prüfung taucht man eine grössere Anzahl Ziegel eine Stunde in Wasser, stellt sie an einen schattigen Ort und beobachtet sie nach dem Herausnehmen etwa 24 Stunden lang; kalkhaltige sind dann zersprengt. Oft sieht man schon die weissen Kalkbrocken an der Oberfläche der Ziegel.

2. Das Bauholz.

Bauholz.

§ 430. Bauholz kann untersucht werden auf seine:

Wassergehalt.

a) Trockenheit. Frisches Holz enthält etwa 40—60 %, lufttrockenes, zum Bauen geeignetes, etwa 20 % Wasser, unter 15 % findet man selten im trockensten Holze.

Festigkeit.

b) Festigkeit. Es darf keine Risse in der Richtung der Jahresringe, wohl aber einzelne Längsrisse haben. Die exakte Prüfung hätte wie bei Steinen zu geschehen.

Gesundheit.

c) Gesundheit. Farbe, Gewicht (nicht zu leicht!), Widerstand gegen Druck und Stoss, Freisein von Hausschwamm und verwandte Holzkrankheiten erzeugenden Pilzen (s. S. 492).

Botanische Herkunft.

d) Botanische Herkunft. Der Geübte unterscheidet sehr leicht die meisten Hölzer makroskopisch, auch an kleinen Fragmenten ist eine mikroskopische Diagnose möglich (vergl. Möller, Artikel „Nutzhölzer", reich illustrirt in Dammer's Lexikon).

Eichenholz ist wegen seiner Festigkeit, Wetterbeständigkeit, ausserordentlichen Widerstandsfähigkeit gegen Wasser und verhältnissmässig grossen Feuersicherheit sehr geschätzt; harzreiche Kiefern- und Lerchenhölzer wegen ihrer grossen Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse der Witterung und Feuchtigkeit. Die im Gebirge gewachsene Lerche bietet grössere Dauer bei abwechselndem Feucht- und Trockenwerden als die Eiche, wird daher sehr gern zu Arbeiten verwandt, die theils über, theils unter oder nahe dem Erdboden liegen. In Folge des mässigen Preises findet jedoch die Fichte die häufigste Verwendung. Alle Gebirgshölzer werden denen der Ebene vorgezogen. Die Tanne wird in Deutschland zu eigentlichen Bauzwecken nicht verwandt, die Rothbuche hauptsächlich zu Pflasterungen (von Durchfahrten u. dgl. m.) und Treppengeländern, in imprägnirtem Zustande auch zu besseren Fussböden. Sehr geeignet zu vielen Bauarbeiten als Ersatz für die Eiche (Fussböden, Treppen) ist die Esche. Vorzüge der einzelnen Holzarten.

e) Die Schlagzeit. Das oft besonders geschätzte im Winter gefällte Bauholz zeigt bei Betupfen des Querschnittes mit Jodjodkaliumlösung Blaufärbung der Markstrahlen durch dort eingelagerte Stärke. Nach R. Hartig ist übrigens die Bevorzugung des Winterholzes ungerechtfertigt. Schlagzeit.

Ueber die Eisenkonstruktion ist hygienisch nichts zu sagen, als dass sie, gut ausgeführt, zweckmässig ist. Dieselbe verdrängt bezw. vermindert allmählich die Verwendung des Holzes zu Baukonstruktionen, und verringert dadurch die hiermit verknüpften Gefahren (Holzkrankheiten und Feuersgefahr). Eisenkonstruktion.

3. Die Bindemittel (Mörtel).

§ 431. Zur Verbindung der Baumaterialien dienen die verschiedenen Mörtelsorten, die erst kurz beschrieben und dann in ihrer Verwendung geschildert werden sollen. — Man unterscheidet „Mauermörtel“, der zur Verbindung und „Putzmörtel“, der zur Verkleidung der Steine dient. Die Bindemittel.

1. Kalkmörtel. Ist eine Mischung von 1 Theil steifen Kalkbreies (gelöschter Kalk $Ca(OH)_2$ wird langsam mit Wasser zu einem steifen gleichmässigen Brei verrieben) und 3—4 Theilen Kalk- oder Quarzsand[1]) von sehr verschiedener Feinheit. An der Luft erhärtet der Mörtel durch Wasserverdunstung und langsame Kohlensäureaufnahme. Kalkmörtel.

Die Untersuchung will ermitteln:

1. Gehalt an freiem Wasser (K. B. Lehmann und Nussbaum). Man wiegt ein Kupferschiffchen (Fig. 124 A) in einem Wägeröhrchen mit Gummistopfen ab, füllt das Schiffchen mit dem fraglichen Mörtel und wiegt wieder im Wägeröhrchen. Am besten nimmt man gleich mehrere Bestimmungen in verschiedenen Mörtelproben gleichzeitig vor. Die Schiffchen schiebt man eines Gehalt an freiem Wasser.

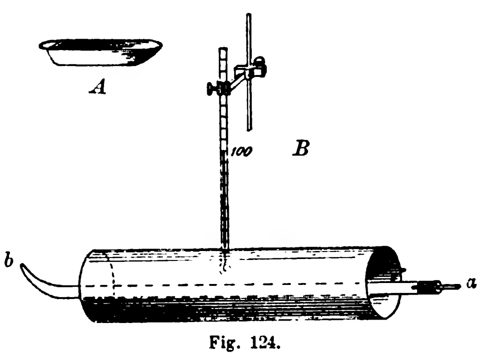


Fig. 124.
Apparat zur Mörtelanalyse.

1) Enthält der Mörtel, wie z. B. in München, Kies (ca. 50%), so siebt man denselben vor der Analyse ab und analysirt den Rest (Feinmörtel), das Resultat wird auf Gesammtmörtel umgerechnet. Erhärtung.

hinter dem anderen in ein Verbrennungsrohr aus schwerschmelzbarem Glase (Fig. 124 *B*), das am einen Ende schnabelförmig ausgezogen ist. Um die Schiffchen auf 100⁰ erwärmen zu können, hängt man das Glasrohr in einen weiten Cylinder aus Eisenblech, der selbst aufgehängt wird. Man zündet nun zwei kleine Gasflammen unter dem Metallcylinder an und beobachtet das Thermometer. Mit sehr geringer Mühe lässt sich dasselbe auf 100—105⁰ halten. Durch das Verbrennungsrohr saugt man mittelst eines Aspirators, der bei a angesetzt wird, einen Luftstrom, welcher, ehe er bei *b* eintritt, erst eine Peligot'sche Röhre mit stärkster Natronlauge, dann ein hohes Gefäss mit Natronbimstein, eine Peligot'sche Röhre mit konzentrirter Schwefelsäure und ein hohes Gefäss mit Schwefelsäurebimstein (Vergl. Seite 143) passirt hat. Er hat dabei all' seine Kohlensäure und sein Wasser verloren und trocknet nun den Mörtel, ohne dass CO_2 dabei angezogen werden kann.

Aetzkalkgehalt.

2. Den Gehalt an Calciumhydroxyd ($Ca(OH)_2$). Am besten verfährt man dazu so, dass man in Kolben, die etwa 120 cbcm Wasser fassen, 100 cbcm destillirtes Wasser einige Minuten zum schwachen Sieden erhitzt, um die Kohlensäure auszutreiben und dann rasch abgewogene Mörtelmengen (von frischem Mörtel ca. 1 g, von altem 3—10 g) hineinwirft und mit Gummipfropf verschliesst. Nach 24—48^h, während welcher Zeit man den erkalteten Kolbeninhalt öfters umgeschüttelt hatte, pipettirt man zweimal 25 cbcm von der klar über dem Ungelösten stehenden Flüssigkeit ab und titrirt unter Rosolsäurezusatz mit $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure; jeder Kubikcentimeter entspricht 3,69 mg $Ca(OH)_2$. — Alle anderen Methoden fanden wir viel unpraktischer.

Cementmörtel.

2. Cementmörtel. Unter Cement versteht man ein künstliches Präparat, das in seiner verbreitesten Sorte: Portlandcement[1]) durch Brennen einer Mischung von natürlichen Thonerdesilikaten mit Kalkstein erhalten wird. Die Massen werden gut gemischt zu Steinen geformt und bis zur Sinterung (d. h. beginnende Schmelze) gebrannt. Die fertigen Präparate enthalten etwa: 60 % CaO, 24 % SiO_2, 7,5 % Al_2O_3, 3,5 % Fe_2O_3 und geringe Mengen Kali, Natron und Magnesia.

Bei dem Brennen werden aus Thonerdesilikat, Eisensilikat und Calciumkarbonat unter Austreten von Wasser und CO_2 einmal schmelzendes Kalkferrat und in der Schmelze suspendirt lockere Verbindungen von Kalk mit Kieselsäure und Thonerde (nicht näher bekannte Calciumsilikate und Calciumaluminate) erhalten. Dauert die hohe Temperatur zu lange, so bilden sich feste krystallinische Verbindungen der angedeuteten Art und der Cement verliert seine Bindekraft.

Kommt richtig gebrannter Portlandcement mit Wasser zusammen, so bildet sich Calciumhydrosilikat ($CaSiO_3 + H_2O$), Calciumhydroaluminat und Ferrat. Es wird dabei Calciumhydroxyd frei, das allmählich CO_2 aufnimmt und so zur Festigkeit des Cements beiträgt; das nicht zu Karbonat gebundene Calciumhydroxyd krystallisirt unter dem Einflusse der Alkalien.

Romancement.

[1]) Auf die Cementanalyse, die Besprechung der Romancemente (weniger stark gebrannt, kalkärmer, rasch erhärtend, vorherrschend zu Wasserarbeiten geeignet) und der Puzzolancemente (Mischung natürlich vorkommender Kieselsäure und Thonerde enthaltender gemahlener Gesteine (Puzzolan, Trass) etc., mit Aetzkalk) kann ich hier nicht näher eingehen. Ueberhaupt müssen auf diesem chemisch noch schwer übersichtlichen Gebiete Andeutungen genügen.

Nur feucht (am besten unter Wasser) bleibt Cement vollkommen dicht und undurchlässig, an der Luft tritt stets ein gewisses Schwinden ein (Haarrisse, unter Umständen Ablösung ganzer Cementflächen von den Steinen), von dessen verschiedenen Ursachen nur erwähnt sein soll, dass anfangs gequollene Kieselsäure nachträglich wieder schrumpft. Erhärten des Cementmörtels.

Die verschiedenen Cementsorten verhalten sich recht verschieden, in Bezug auf die Zeit, in der sie zu erhärten beginnen (dauert das Abbinden länger als 2^h, so nennt man den Cement langsam bindend), auf die Menge Sand, der zugesetzt werden darf, ohne dass der entstehende Mörtel an Festigkeit verliert u. s. w.

Von der Dauer des Abbindens, bezw. des Erhärtens kann man sich leicht durch Anrühren kleiner Cementmengen überzeugen. Die völlige Erhärtung tritt erst nach einigen Tagen, bei manchen Cementen nach Wochen ein. Die Probekörper müssen bis dahin feucht erhalten werden, eine Behandlung derselben mit Hammer und Meissel gewährt dann einigen Anhalt über die erlangte Festigkeit. Alle Fabriken lassen übrigens ihre Cemente amtlich prüfen und geben die Zeugnisse über Bindekraft, Festigkeit und Zeit des Abbindens ihren Fabrikaten bei. Rasch und langsam bindender Cement.

Zum Hochbau (d. i. Bau über dem Wasser oder dem Erdboden) sollen langsam bindende Cemente verwandt werden, da rasch bindende häufig ihre Bindekraft bereits eingebüsst haben, ehe sie an ihrem Platze zur Ruhe kommen. In diesem Falle bieten sie keine Festigkeit mehr.

Grosse Wichtigkeit für die heutigen Hochbaukonstruktionen besitzt der Cement zur Herstellung von Stampf- und Gussbeton (Gemisch von Flusskies, Stein- oder Ziegelstücken und Cement). Auch Estrichgips ist zu diesem Zwecke über der Erde geeignet. Solche Gemische finden zur Herstellung von festen Fundamenten, Pflasterunterlagen und massiven Zwischendecken heute die ausgedehnteste Verwendung. Hygienisch ist die letztere Verwendung von Bedeutung, namentlich bietet sie über Kellergeschossen, über und unter Küchen, Waschküchen, Bädern und Klosets grossen Vorzug vor den an diesen Stellen sehr bedenklichen Holzbalkendecken. Vor Gewölben haben sie den Vortheil einer wagrechten Deckenausbildung von geringer Höheninanspruchnahme. Beton. Estrichgips.

3. Gemischte Mörtel aus Aetzkalk, Cement und Gips. Zur Verbesserung des Kalkmörtels d. h. um ihn fester und vor Allem rascher bindend zu machen resp. um rascher arbeiten zu können, dienen vielfach Zusätze von Cement oder Gips. Mörtelmischungen.

Hierzu dürfen nur langsam bindende Cemente verwandt werden, da andere vor der Verwendung des Mörtels ihre Bindekraft bereits zu verlieren pflegen und dann die Festigkeit der Masse eher beeinträchtigen als vergrössern. Doch verhalten sich die verschiedenen Cemente in dieser Beziehung ungleich und bedürfen eines Versuches, ehe sie verwandt werden.

Neben dem vielerorts üblichen Gipszusatz zum Putz für Innenmauern wird mancherorts (z. B. Südharz) Gips auch zu Aussenputz, wie zum Mauern verwandt. Diese als „Estrich-“ oder „Mauergips“ bezeichnete Masse „bindet“ langsamer als Bildhauergips, ist wetterbeständig und erlangt hohe Festigkeit, was beides durch Bauwerke bewiesen wird, die im Mittelalter aufgeführt wurden. Dieser Gips ist gröber als der Bildhauergips, wird anders gebrannt, treibt nicht (siehe Feichtinger). Gips als Mörtelmaterial.

II. Der Bauplan.

Der Bauplan. § 432. Beim Entwurf eines Bauplanes (Grundrisses) kommt es zunächst darauf an, das vom Bauherrn (künftigen Besitzer) aufgestellte Bauprogramm mit geringstem Kostenaufwand zu erfüllen, ferner das gebotene Grundstück in vortheilhafter Weise auszunützen und eine in jeder Beziehung entsprechende Eintheilung und Lage der Räume zu schaffen.

Hygienische Ansprüche. Die hygienischen Ansprüche an Baupläne werden heute noch nicht allgemein gewürdigt, sind auch noch nicht genügend festgestellt, um volle Berücksichtigung erwarten zu können. Die wichtigsten dieser Forderungen sind:

Façadenrichtung. 1. Treppenhaus, Küche und Nebenräume sollen nach etwa vorhandenen Schattenseiten (bezw. nach der in Hinsicht auf Luft, Licht und Besonnung ungünstigsten Seite) des Grundstückes gelegt werden, damit die Sonnen- bezw. die günstigeren Seiten voll und ganz für die zu dauerndem Aufenthalt dienenden Räume ausgenützt werden können.

Nebenräume 2. Die Nebenräume, in welchen unangenehm riechende Gase und Dämpfe erzeugt werden (Küche, Waschküche, Bad und Abort) sollen nicht nach einer Richtung liegen, welche den örtlichen Winden ausgesetzt ist, da sonst die Luft von ihnen nach den Wohn- und Schlafräumen geführt wird.

Sommerlüftung. 3. Für die Sommerlüftung ist es nothwendig, die Räume so anzuordnen und derartig mit Thür- und Fensteröffnungen zu versehen, dass Gegenzug für alle Räume hervorgerufen werden kann, da sonst an windstillen schwülen Tagen eine ausreichende Lüftung der Räume nicht erreicht werden kann. Auch für die abendliche Auskühlung ist diese Forderung von hohem Werth.

Fenster. 4. Alle zu dauerndem Aufenthalt dienenden Räume sollen mit ihren Fensterseiten so liegen, dass ihnen ausreichend Licht, Luft und Sonne zugeführt wird.

5. Alle anderen Räume (Vorzimmer, Flur, Bad, Kloset) sollen zum mindesten ausreichend mit indirektem Licht versehen werden und gründliche Lüftung für sie vorgesehen sein.

Treppenhaus. Durch richtige Anlage des Treppenhauses kann eine leidliche Beleuchtung und ausgiebige Lüftung der Vorräume erreicht werden, falls diese kein in's Freie führendes Fenster besitzen. Man bringt in jedem dieser Räume ein (gegen Einbruch vergittertes) Fenster nach dem Treppenhause an, während letzteres nahe seiner Decke leicht durch Schnepper und Kette stellbare Lüftungsöffnungen erhält (Kippflügel, Jalousieklappen u. dgl. m.).

Sicherheitsmaassregeln. 6. Die Zahl und Lage der Treppenhäuser soll derartig sein, dass dieselben bei eintretender Feuersgefahr schnell und ohne Schwierigkeit von allen Theilen des Hauses erreicht werden können und einen gesicherten Ausweg bieten. Zur weiteren Sicherung ist es nothwendig, dass alle Vorzimmer-, Flur-, Haus- und

Hofthüren nach aussen schlagen, jeder Wohnraum einen direkten Ausgang nach dem Flur oder dem Treppenhause erhält.

Als äusserst bescheidene Forderungen verlangt der „Entw. Reichsges.“

Forderungen des Entw. Reichsges.

Die Höhe eines Gebäudes darf an der Strasse nicht grösser sein, als der Abstand desselben von der gegenüber liegenden Baufluchtlinie.

1. Die zulässige grösste Höhe der an Höfen gelegenen Gebäudewände, welche mit den im § 7 vorgeschriebenen Fenstern versehen sind, beträgt das Anderthalbfache des mittleren Abstandes von der gegenüber liegenden Begrenzung des unbebauten Raumes.

2. Die mittlere Breite eines Hofes, auf welchen Fenster gerichtet sind, darf nicht unter 4 m bemessen werden.

3. Ein Zusammenlegen der Hofräume benachbarter Grundstücke behufs Erzielung des vorschriftsmässigen Abstandes oder der vorschriftsmässigen Mindestbreite ist statthaft, insofern die Erhaltung der Hofräume in unbebautem Zustande gewährleistet ist.

4. Jeder unbebaut bleibende Theil eines Grundstückes muss zum Zwecke seiner Reinigung mit einem Zugang von mindestens 1 m Breite und 2 m Höhe versehen sein.

5. Auf Baustellen, welche bereits höher, beziehungsweise dichter bebaut gewesen sind, als die Vorschriften in § 2 zulassen, treten im Falle eines Neubaues folgende erleichternde Bestimmungen ein:

Die Höhe eines Gebäudes darf an der Strasse das Anderthalbfache des Abstandes bis zur gegenüberliegenden Baufluchtlinie und an den Höfen das Dreifache der Hofbreite betragen.

Die Hofbreite darf bis auf 2,50 m eingeschränkt werden.

6. Bei Anwendung dieser Bestimmung darf jedoch eine Verschlechterung der früher vorhanden gewesenen Luft- und Lichtverhältnisse des betreffenden Grundstückes keinesfalls herbeigeführt werden.

Ein Neubau ist nur dann zulässig, wenn für die genügende Beschaffung von gesundem Trinkwasser, sowie für den Verbleib der Abfallstoffe und Abwässer auf gesundheitlich unschädliche Art gesorgt ist.

III. Untersuchung und Beurtheilung des fertigen Hauses.

1. Festigkeit und Dauerhaftigkeit.

Prüfung der Festigkeit u. Dauerhaftigkeit.

Mauerstärke.

§ 433. 1. Mauerstärke: Massiv gebaute Wände sollen, sobald sie belastet sind, mindestens ein „Stein“ (25—30 cm) stark sein. Sind solche Wände höher als 10 m, so müssen sie von dort abwärts um $^1/_2$ Stein (12—15 cm) verstärkt werden.

Alle belasteten Mauern müssen unter sich in jedem Geschosse (mit Hilfe des Gebälks bezw. der eisernen Träger) verankert werden, damit ein Ausweichen nach aussen nicht stattfinden kann, namentlich gilt dies dort, wo Gewölbeschub oder ähnliches in Frage kommt. Die Standfestigkeit einer Mauer hängt allerdings ebenso sehr von der Festigkeit der zu ihr verwandten Materialien (Steine und Mörtel) und der Güte der Ausführung ab, wie von der Dicke derselben. Alle Fugen sollen loth- oder wagerecht sein und durchweg gleiche Stärke zeigen, sobald Ziegel verwandt werden.

Risse und Sprünge.

2. Schäden durch schlechte Ausführung oder zu gering gewählte Stärke zeigen sich durch Risse und Sprünge. Sind letztere kurz und sehr fein, so pflegt keine Gefahr zu drohen, reichen sie aber durch ganze Geschosse oder

gar durch mehrere, oder sind sie breit (4 mm und mehr), so ist eine gründliche Untersuchung durch Bauverständige bezw. Ausbesserung oder Neuherstellung der gefährdeten Theile am Platze. Zeigen sich solche Schäden vor der Vollendung des Gebäudes, so ist zu bedenken, dass mit der Benutzung die Belastungen noch ganz wesentlich erhöht werden.

Senkungen. 3. Waren der Baugrund oder die Fundamente schlecht, oder die Zwischendecken zu schwach angelegt, bezw. in bewohnten Gebäuden durch Holzkrankheiten geschwächt, so pflegt sich dieses durch Senkungen zu zeigen. Man erkennt diese theils an Rissen und Sprüngen, theils durch Absinken stärker belasteter Theile (z. B. neben Oefen, Herden, Geldschränken), namentlich aber daran, dass die Thürschlösser nicht mehr genau passen, Thüren und Fenster klaffen oder sich klemmen oder Fussböden nicht mehr wagerecht liegen.

2. Keller und Kellerwohnungen.

Keller. § 434. Ein idealer Keller soll eine gleichmässig niedere Temperatur (5—15°) besitzen, trocken, von Grundwasser und Grundluft abgeschlossen sein. In der Praxis lassen sich diese Anforderungen meist nicht vollkommen vereinigen.

Tiefe Keller. Ein tief gelegener Keller ist gleichmässig temperirt, pflegt aber in Folge dessen durch das sich an dem kühleren Mauerwerke aus wärmerer Luft abscheidende Niederschlagwasser feucht erhalten zu werden. Ein hoch gelegener oder Centralheizungen enthaltender Keller pflegt weniger günstige Wärmeverhältnisse zu zeigen, aber trockner zu sein.

Lüften im Keller. Aufmerksam ist dafür zu sorgen, dass die sich naturgemäss im Sommer an den kühlen Kellerwänden niederschlagende Feuchtigkeit durch kräftiges Lüften (Durchzug) in der kühleren Jahreszeit (Herbst) verringert wird, nicht aber durch Eindringen von Erdfeuchtigkeit oder Grundwasser vermehrt werden kann.

Cementmauerwerk. Da für Kelleranlagen die Porosität des Mauerwerks keine Bedeutung hat, die Erhärtung feuchten resp. nassen Kalkmörtels sehr langsam vor sich geht, so ist nur Cementmörtel empfehlenswerth für Bauten unter der Erde; es wird auch so ein vollkommenerer Schutz gegen seitliches Sickerwasser gebildet.

Kellersohle. Die Kellersohle wird am besten in Cement auf einer Betonunterlage hergestellt. Liegt dieselbe aber nicht über dem höchsten Grundwasserstand, so wird selbst bei dichtem Cementmauerwerk kaum ein Eindringen von Grundwasser ganz zu verhindern sein, eine solche Anlage muss als total verfehlt bezeichnet werden.

Warme Keller konserviren Nahrungsmittel schlecht, Kartoffeln wachsen aus, Bier und Wein neigen zu Zersetzungen; feuchte Keller begünstigen das Schimmeln des Aufbewahrten.

Isolirende Zwischenschichten. § 435. Gewöhnlich sucht man durch isolirende Zwischenlagen: Bleiplatten, Asphalt, Glas, Theerpappe, auch wohl Cement in den gesammten Mauern in der Höhe des Fussbodens des Erdgeschosses ein Aufsteigen der Feuchtigkeit aus den Kellermauern zu verhüten.

Manchmal werden auch in die Fundamentmauern, auf die sich Kellermauern aufbauen, unter dem Niveau der Kellersohle wasserdichte Abschlüsse in die Mauern gelegt, nicht selten auch die ganze Kellermauer aussen mit Cement verputzt, alles durchaus empfehlenswerthe Einrichtungen.

Abschluss gegen Grundluft.

Ob ein guter Abschluss gegen die Grundluft besteht, ergeben Kohlensäurebestimmungen. Da die Grundluft oft mehrere Prozent Kohlensäure enthält, die freie Luft nur 0,3—0,4 ‰, so ist ein starkes Einströmen von Grundluft meist leicht zu erkennen. Uffelmann fand in einem Keller mit sehr durchlässigem Boden stets 1—5,7 ‰ Kohlensäure.

Seitdem die Grundluft als pilzfrei erkannt ist, hat ihr planmässiger Abschluss nicht mehr ganz die Bedeutung wie früher, wo man mit ihr das Eindringen von Infektionskeimen fürchtete; immerhin bietet ihr hoher Kohlensäuregehalt, ihre Feuchtigkeit und ihr oft schlechter Geruch Grund genug, sie auch jetzt noch thunlichst vom Keller abzuhalten.

Besonderer Kellereingang vom Hofe.

Sehr zweckmässig ist es, die stets feuchte, mehr oder weniger übelriechende Kellerluft dadurch vom Hause abzuhalten, dass man eine für Luft undurchlässige Asphaltschicht über die Kellerdecke legt und die Kellertreppe direkt auf den Hof münden lässt neben der zum Hofe führenden Hausthüre. Ein Vordach (eventuell theilweise mit seitlichem Schutz) überdeckt die beiden Thüren und schützt den in den Keller gehenden vor Witterungsunbill. Besonders dürfte sich dies empfehlen, wo im Keller gewaschen wird und bei dem bisherigen Einmünden der Kellertreppe innerhalb des Hauses oft das ganze Haus mit Wasserdampf und Wäschegeruch gefüllt ist. — Ein Nachtheil liegt in der geringen Diebssicherheit.

Kellerwohnungen.

§ 436. Kellerwohnungen sind als unhygienisch zu bezeichnen, da sie fast stets feucht sind; vergleiche über die Nachtheile Seite 491 und Betke (s. Litteratur). Der Entw. Reichsges. verlangt:

„Der Fussboden aller (neu zu errichtender) Wohnräume muss über dem höchsten Grundwasserstande, im Ueberschwemmungsgebiete über Hochwasser liegen.

Die Fussböden und Wände aller zu längerem Aufenthalte von Menschen dienenden Räume sind gegen Bodenfeuchtigkeit zu sichern.

Wohnungen in Kellern, d. h. in Geschossen, deren Fussboden unter der Erdoberfläche liegt, sind nicht zulässig.

Zu längerem Aufenthalt von Menschen dienende Räume, insbesondere einzelne Wohnräume, dürfen in Kellern nur unter der Bedingung hergestellt werden, dass der Fussboden höchstens 1 m unter, der Fenstersturz mindestens 1 m über der Erdoberfläche liegt. Erleichterungen sind statthaft, insofern die gewerbliche Verwendung der Räume eine grössere Tieflage erfordert."

Durch tiefe mit Gitter bedeckte Luftschachte, die den Kellermauern entlang ausgehoben werden, lassen sich zwar auch Kellerwohnungen leidlich gestalten, und wir werden, wenn sie vorhanden sind, milder urtheilen. In diesem Falle ist für lockeren Kalkputz zu sorgen.

3. Dach und Dachwohnungen.

Dachu. Dachwohnungen.

§ 437. Der Raum unter dem Dach (Dachboden, Mansarden) muss stets trocken, luftig, vor Staub und Russ geschützt und von nicht allzusehr schwankender Temperatur sein. Die Prüfung geschieht in naheliegender Weise.

Städte mit starker Luftverunreinigung durch Russ, werden manchmal die Forderung der Luftigkeit und des Russabschlusses nicht leicht nebeneinander zu erfüllen gestatten.

Kardinalforderungen.

Eindeckungsmittel.

Die wichtigsten Eindeckungsmittel sind heute Ziegel, Schiefer, Blech, Holzcement und Dachpappe, da die ihrer Wärmeverhältnisse wegen vorzüglichen Stroh-, Rohr- und Schindeldächer der Feuersgefahr wegen immer mehr verschwinden müssen.

Ziegel.

Ein Ziegeldach, dessen Fugen mit wetterfestem Material sorgfältig verstrichen sind, bietet den Vortheil guter Porenventilation bei leidlichen Wärmeverhältnissen und mässigen Kosten; es schliesst gegen Staub und Russ ab. Letzteres thun die luftigeren unverstrichenen Ziegeldächer, sowie die Schieferdächer „auf Latten" nicht.

Schiefer.

Wird ein Schieferdach auf Holzschalung mit Dachpappeunterlage gedeckt, so hört die Staub- und Russbelästigung vollkommen auf, dafür wird aber auch die Ventilation sehr gering. Es muss daher in diesem Falle für eine Lüftung des Gebälks Sorge getragen werden, wenn dasselbe nicht rasch der Zerstörung anheimfallen soll.

Blech.

Letzteres gilt in noch höherem Grade von den Blechdächern, die ihrer ungünstigen Wärmeverhältnisse wegen hygienisch verwerflich genannt werden müssen.

Holzcement.

Enthält das Dachgeschoss Räume zu dauerndem Aufenthalt, so ist die Eindeckung mit Holzcement sehr zu empfehlen, da dieselbe bei mässigen Kosten ungemein günstige Wärmeverhältnisse bietet. Gleichzeitig gewährt sie noch die Vortheile, dass die Räume nahezu wagerechte Decken erhalten, während das flache Dach als Aufenthalt (Abends nach schwülen Tagen, wenn die Räume noch durchhitzt sind) dienen kann.

Dachpappe.

Die Dachpappeeindeckung spielt für eigentliche Wohnräume eine untergeordnete Rolle, wird dagegen für Fabrikräume, Baracken u. dgl. m. vielfach verwandt. Auch sie erfordert Lüftung des Gebälks und als Schutz gegen Erhitzen einen weissen Anstrich.

Gebälkventilation.

Bei allen luftdichten Bedachungsarten ist die Gebälkventilation dann als nothwendig zu bezeichnen, wenn dasselbe auch unten eine Holzschalung oder Mörtelbewurf erhält. Kann die Luft das Gebälk unten umspülen, so genügt die zeitweise Lüftung der in Frage kommenden Räume zur Erhaltung des Holzwerks.

4. Die Wände.

Wandfeuchtigkeit.

§ 438. 1. Wandfeuchtigkeit. Zur genauen Prüfung derselben bohrt man (nachdem man event. die Tapete ein Stück weit entfernt) mit einem Stahlhohlmeissel möglichst über einer Mörtelfuge ein Loch durch die ganze Dicke des Mauerverputzes, sammelt den Putzmörtel in ein Glas mit Kautschukstöpsel, bohrt dann tiefer in den Fugenmörtel (bis ca. 5 cm) hinein und sammelt auch diesen getrennt in ein Gläschen. In den beiden Proben nimmt man dann nach S. 483 eine Untersuchung auf Wassergehalt und event. Aetzkalkgehalt vor. Zu einem begründeten Urtheil sind aber stets an (wenigstens 2) verschiedenen Stellen des Raumes Proben von Putz- und Mauermörtel zu entnehmen. Irgend welche andere Methoden, die die Tapeten schonen, zum gleichen Zwecke, giebt es bisher nicht. Hygrometrische Luftuntersuchungen liefern sehr unsichere Resultate; der Klang des Mörtels beim Beklopfen, das Gefühl beim Betasten, die Inspektion liefern sämmtlich nur unsichere Hilfsmittel, so erscheint z. B. eine kalte Mauer immer feuchter als eine warme.

Herkunft des Wassers in feuchten Wänden.

Handelt es sich um die Feststellung der Herkunft des Wassers, so ist auf folgende Fälle Rücksicht zu nehmen:

1. Das Haus ist vom Bau her noch zu feucht.
2. Das Haus war nur oberflächlich trocken beim Beziehen; die jetzt auffallenden feuchten Stellen sind auf Kondensation von gasförmigem Wasser, wie es die Bewohner, aber auch jedes trocknende Wäschestück etc. ausscheiden, an den kalten Wänden zu beziehen. Dieser Fall ist in vielen Kellerwohnungen jeden Winter zu konstatiren.
3. Kondenswasser an kalten Wasserreservoirs (Schwitzwasser der Maurer) kann die Räume, in denen das Reservoir steht, feucht machen.
4. Das Wasser stammt aus undichten Röhrenleitungen oder undichter Dacheindeckung, undicht schliessenden Fenstern bei Regen etc.
5. Die nach der Wetterseite liegenden Wände sind so dünn, dass sie aufschlagenden Regen durchdringen lassen und dabei sind sie nicht durch Bekleidung mit Schiefer, Schindeln, Dachziegeln geschützt.
6. Das Wasser ist aufgestiegenes Grundwasser. Dieser Fall ist der ungünstigste; er zeigt, dass die Fundamentmauern ohne wasserundurchlässige Zwischenschichten (S. 488) in das Grundwasser oder in nasse Erdschichten hineinragen. Abhilfe ist hier schwierig.

Zur Entscheidung dieser Fragen sind keine besonderen Methoden, nur sorgfältige Untersuchung und Erwägung aller Verhältnisse nöthig.

Beurtheilung einer feuchten Wohnung.

Sowie ausgedehntere feuchte Flecke an mehreren Stellen, etwa gar herabsickerndes Wasser, Schimmelvegetationen auf Tapeten, Lederzeug und dergl. zu beobachten sind und die entsprechenden Massnahmen diese Uebelstände nicht alsbald beseitigen[1], ist die Wohnung unbedingt als gesundheitsgefährdend zu betrachten.

Grenzwerke.

Gut trockene Mauern enthalten nicht mehr als 0,4 bis 0,6 Prozent freies Wasser. Neubauten sind nach K. B. Lehmann und Nussbaum als trocken zu bezeichnen, wenn der Gesammtmörtel nicht mehr als 1 Proz. Wasser enthält.

Von 4 bis 5 Prozent an ist die Feuchtigkeit schon für das Gefühl sehr deutlich.

Wann darf ein Neubau bezogen werden?

Von welchem Wassergehalte ab die Hygiene das Beziehen eines Neubaues gestatten darf, wird erst an der Hand weiteren Materials zu bestimmen sein, vorläufig ist 1 Prozent als erstrebenswerthe Grenze zu bezeichnen. Jedenfalls wird man in einem Hause mit rationell funktionirenden Heizungs- und Lüftungsanlagen — bei der Garantie, dass dieselben auch benützt werden — eher milder sein dürfen; 1,5 bis höchstens 2 % halte ich für die höchste Grenze.

Nachtheile feuchter Wohnungen.

Es soll nicht geleugnet werden, dass oft Häuser mit offenbar nicht unwesentlich höherem Wassergehalte bezogen werden — die Unannehmlichkeiten und Gesundheitsgefahren des „Trockenwohnens" sind aber auch allgemein bekannt. Einmal sind feuchte Wände gute Wärmeleiter im Winter, also kalt (Erkältungsgefahr); zweitens ist ein Wassergehalt der Mauern Vorbedingung eines Mikroorganismenwachsthums in oder an ihnen und endlich ermöglicht auch ein Vorhandensein von Wasser in Tapeten erst die Entwickelung von Arsenwasserstoff in ihnen. Infektionskrankheiten, Tuberkulose, Malaria sind in feuchten Häusern häufig, auch der noch nicht befriedigend aufgeklärte Gelenkrheumatismus und chronische Nierenkrankheiten fordern zahlreiche Opfer, ohne dass wir den Zusammenhang schon klar zu verstehen im Stande wären.

---

1) Ein Gehalt des Mörtels an Calciumchlorid und Nitrat begünstigt das erneute Feuchtwerden, da diese Salze sehr hygroskopisch sind. Sie gelangen durch die Verwendung von chlor- und nitratreichem Wasser, aber auch durch Infiltration mit Abwässern etc. in den Bau, aus dem sie nicht mehr zu entfernen sind.

Holzkrankheit.

§ 439. 2. Die bekannteste und gefürchtetste Holzkrankheit wird durch den Hausschwamm (Merulius lacrymans) bedingt. Derselbe entwickelt sich namentlich an feuchtem Holz, das von der Luft abgeschlossen ist, also z. B. an der Unterseite von Fussbodendielen, die ohne isolirende Luftschicht auf feuchtem Boden liegen, an den eingemauerten Balkenköpfen u. s. f.

Herkunft.

In unseren Wäldern scheint der Hausschwamm nur äusserst selten vorzukommen, fast stets ist derselbe aus anderen Bauten eingeschleppt (Holz aus infizirten Gebäuden, Schuhe und Werkzeuge der Arbeiter, Holz aus infizirten Schuppen u. dergl.).

Merkmale d. Schwamms.

Erkannt wird der Hausschwamm an seinem Mycelium, das in seinen jugendlichsten Stadien weisslichwollige, spinngewebeartige Flocken darstellt, spärer dickere Lagen, Züge, Stränge von weisslichgrauer, später aschgrauer Farbe und starkem Glanze bildet. (Mikroskopische Besonderheiten des Mycels siehe bei Hartig.) Der Pilz wuchert unter günstigen Wachsthumsbedingungen enorm rasch, überspringt oder durchwächst Stein- und Eisenwerk durch lange derbe, gestreckte Züge und bildet endlich, namentlich wo das Mycel an's Tageslicht kommt, flach ausgebreitete, 5 – 30 cm im Durchmesser haltende, lederartige, teller- oder konsolenförmige Fruchtträger von gelblicher, bräunlicher oder braunröthlicher Farbe, welche die dunkelbraune Fruchtschicht tragen. Letztere zeigt buchtige, unregelmässig geformte, weite Poren und presst wasserklare Tropfen (Thränen) aus; die massenhaft ausfallenden Sporen sind zimmtbraun, oval, zweizellig.

Einfluss des Schwamms auf die Wohnung.

Der Hausschwamm verräth sich zuweilen, ehe er sichtbar zu Tage tritt durch dumpfigen Geruch der Räume (faulende Fruchtkörper stinken stark), Einsinken der stärker belasteten Theile des Fussbodens (Ofengegend), Aufhören des Schwingens. Letztere Symptome rühren davon her, dass das Holz einen grossen Theil seiner Mineralbestandtheile, seiner Cellulose und des Coniferins und damit Elasticität und Festigkeit einbüsst. Das Holz verliert bis $^1/_4$ seines Volums und die Hälfte seiner Trockensubstanz, in trockenem Zustande wird es zerreiblich. Dabei steigt die Wasseraufnahmefähigkeit auf das dreifache.

Polyporus vaporarius.

In neuerer Zeit wies Hartig nach, dass neben Merulius lacrymans auch andere Pilze (z. B. Polyporus vaporarius) die Zerstörung auf das rascheste bewirken, die im Walde schon das Holz befallen.

Polyporus vaporarius bildet ein schneeweisses, auch im Alter nicht grauwerdendes Mycel und unscheinbare weisse Fruchtkörper mit kleinen Poren. Es vermag nur feuchtes Holz zu befallen, da seinen Strängen die Fähigkeit Wasser aus feuchten nach trockenen Wohnungstheilen zu transportiren, abgeht.

Rothstreifigkeit.

Trockenfäule. Ersticken.

Mit Rothstreifigkeit wird eine Holzkrankheit bezeichnet, die ohne äusserlich erkennbares Mycelium das Holz zerstört, in ihren höchsten Graden heisst die Krankheit Trockenfäule — auch spricht man von einem Sticken oder Ersticken des Holzes. Wie wir jetzt wissen, sind auch diese Krankheiten von Hutpilzen bedingt und zwar kann Polyporus vaporarius sowohl wie

der echte Hausschwamm die Ursache sein — weitere ähnlich wirkende Pilze sind noch nicht genügend erforscht. — Holzkrankheiten höheren Grades in einem Hause müssen sehr ernst beurtheilt werden. Es leidet die Sicherheit und die Annehmlichkeit des Wohnens sehr bedeutend; die Bekämpfung ist schwierig und kostspielig, die Gefahr, dass das Haus total unbrauchbar wird, stets vorhanden. Ausserdem ist Schwamm stets ein Zeichen mangelhafter Trockenheit der Räume; durch den Hausschwamm können sogar vorher trockene Räume wieder feucht werden. Beurtheilung des Hausschwamms.

Abgesehen von den indirekten Schädigungen giebt Ungefug an (Vierteljahrschr. f. ger. Med. Bd. 27, daselbst auch Litteratur), auch Erkrankungen in einer Familie beobachtet zu haben, die in einem sehr stark vom Schwamm befallenen Hause wohnten. Die Symptome waren uncharakteristisch etwas Fieber, Verstopfung, Respirationskatarrhe; im Sputum waren die Sporen reichlich. Mir erscheint vorläufig der Zusammenhang der Erkrankungen mit dem Schwamm noch nicht über alle Zweifel erhaben — solche Erkrankungen müssten sonst wohl häufiger beobachtet worden sein, und die Anwesenheit von Sporen im Sputum braucht nicht mit einer Schädlichkeit der Sporen identisch zu sein. Gesundheitsschädigungen durch Hausschwamm.

Hartig, R. Der echte Hausschwamm. 2 lith. Tafeln. Berlin 1885.
Hartig, R. Lehrbuch der Baumkrankheiten. 2. Auflage. Mit 137 Textabbildungen und einer Tafel in Farbendruck. Berlin 1889. Daselbst auch weitere Litteratur.

§ 440. 3. Anstriche und Tapeten. Die Mauerbekleidung verdient aus mehreren Gründen unsere Aufmerksamkeit. Anstriche u. Tapeten.

Während Kalkfarben die Porosität der Mauern und damit die Porenventilation kaum vermindern, sind Leimfarben, Tapeten und Oelfarbanstriche in aufsteigender Reihenfolge Hemmnisse für den Luftaustausch und den Wassertransport. Bekleidung der Wände mit Steinplatten oder Steinimitationen, Ledertapeten u. dergl. bildet einen fast vollkommenen Luftabschluss. Zur genauen Prüfung der Porenventilation im gegebenen Falle ist nach Seite 130 zu verfahren. Holztäfelungen werden heute stets so angebracht, dass sie 3—5 cm von der Wand abstehen, unten und oben aber Oeffnungen für den Luftwechsel bieten, da sie sich sonst werfen, Risse aufweisen u. dergl. mehr, in dieser Form stören sie natürlich den Luftwechsel gar nicht.

Bei Tapeten ist die Untersuchung auf Arsen oft sehr wichtig. (Vergl. Gebrauchsgegenstände.) Arsengehalt.

Eine bakteriologische Untersuchung der Wände nimmt Esmarch vor, indem er 25 qcm mit einem bohnengrossen, durch Kochen in Wasser sterilisirten Stücke eines feinen Augenschwämmchens abreibt, das Schwämmchen dann mit den anhaftenden Pilzen zu einer Rollplatte verarbeitet. Ueber die Verwendung dieser Methode zu vergleichenden Zählungen siehe das Original (Zeitsch. f. Hyg. Bd. II). Der Aetzkalkgehalt der Mauern lässt jedenfalls sehr lange keine Pilzentwickelung zu. Tünchung mit Kalkwasser vernichtet alle. — Zur Untersuchung auf Tuberkelbacillen verimpft man gesammelten Staub oder abgekratzten Wandbewurf, Waschwasser von Tapeten u. dgl. in die Bauchhöhle von Meerschweinchen (Seite 75). Vergl. Cornet (Zeitsch. f. Hyg. V. Die Verbreitung der Tuberkelbacillen ausserhalb des Körpers). Bakteriol. Untersuchung der Wände.

5. Fussböden und Zwischendecken.

Fussböden u. Zwischendecken.

§ 441. Fussböden sollen glatt, nicht splitternd, dauerhaft und vor allem fest gefügt sein, um einen vollen Abschluss gegen den Fehlboden zu gewähren.

Tauglichkeit der Hölzer für Fussböden.

Die Hölzer eignen sich in folgender absteigender Reihenfolge für Fussböden: Eiche, imprägnirte Rothbuche, Weissbuche, Esche, amerikanische Pechfichte (Pitch-pine), Kiefer, Fichte. Die Bretter sollen mit Nuth und Feder in einandergreifen und entweder in Asphalt verlegt oder mit Wasserundurchlässiger Dachpappe unterfüttert sein.

Fehlboden.

Unter dem Fussdoden folgt bei Parkett und Riemenböden ein Blindboden aus unansehnlichen — aber gesunden — Brettern gefügt; der Raum, der zwischen letzteren und den Brettern der Decke des unteren Zimmers folgt, ist in seiner oberen Hälfte mit dem „Fehlboden" gefüllt — porösem, schlecht Wärme und Schall leitendem, möglichst feuersicherem Material — in seiner unteren Hälfte pflegt er leer zu sein.

Untersuchung des Füllmaterials.

Wichtig ist es zu untersuchen, was als Fehlboden Verwendung fand. Neben den erwähnten Eigenschaften muss der Fehlboden auch frei von Feuchtigkeit, von Nährsubstraten für niedere Organismen, von unappetitlichen oder ekelhaften Stoffen aller Art sein.

Statt gewaschenem trockenem Sand und Kies, trockenem reinem Bauschutt und anderem indifferentem Material fand Emmerich (Zeitsch. für Biologie. XVIII) unglaublich verschmutztes Füllmaterial angewendet. Die Untersuchung des Materials hat etwa wie beim Boden angedeutet (Seite 181) zu geschehen, namentlich Chlor, Salpetersäure, salpetrige Säure, Ammoniakgehalt liefern interessante Anhaltspunkte. Schon der moderig faulige Geruch solchen Materials, ja ganzer damit ausgefüllter Wohnungen leitet auf die Spur; die Besichtigung des herausgenommenen Schuttes wird meist eine Analyse unnöthig machen.

Temperatur u. Bakterien im Füllboden.

Emmerich konnte weiter bedeutende Temperatursteigerungen in dem schmutzigen Füllboden durch Lebensprozesse von Mikroorganismen mittelst eingesenkter Thermometer konstatiren, Kohlensäurezunahme in der Luft der unbewohnten Zimmer, endlich (Arch. f. Hyg. Bd. II) den Friedländer'schen Pneumoniekokkus aus Fehlboden eines Gefängnissaales mit epidemischer Pneumonie züchten. Die Untersuchung verlangt kaum spezielle Methoden; für Details sei auf die citirten Arbeiten verwiesen. Nähere Angaben, wie man ein Fehlbodenmaterial auf seine hygienischen Eigenschaften prüft, u. a. auch auf Schalldämpfung, findet sich bei Nussbaum (Arch. f. Hyg. V).

Beurtheilung.

Die Beurtheilung einer nachgewiesenen Fehlbodenverunreinigung muss nach dem Gesagten unnachsichtlich streng sein. Verschmutztes Material ist gleichzeitig ekelhaft und gesundheitsschädlich, dasselbe ist durch reines zu ersetzen.

Ueber die Beurtheilung des Geruchs vergleiche unten Kanalgase.

Für das Gebälk ist Lüftung (der Balkenköpfe) nothwendig, wenn es nicht früh der Zerstörung anheimfallen soll. In dieser Beziehung bieten Fachwerkbauten Vorzüge.

6. Fenster und Thüren.

Fenster und Thüren.

§ 442. Fenster und Thüren müssen gut schliessen, erstere sollen stets zu öffnen sein. Sehr zweckmässig sind dieselben in ihrem oberen Viertel mit Klapp-

vorrichtung versehen [d. h. an Charnieren befestigt um eine horizontale Achse drehbar (Kippflügel)]. — Doppelfenster halten im Winter die Kälte, im Sommer etwas Wärme ab; sie sind ein Schutz gegen Staub und Strassenlärm.

Wenigstens an den nicht nach Norden gelegenen Seiten sind zur Abhaltung der Sommersonne Läden oder Jalousien vor den Glasfenstern nothwendig. Es werden jetzt allgemein durchbrochene Läden mit verstellbaren Brettchen verwendet, die — allerdings einigermassen auf Kosten der Beleuchtung — ein Kühlhalten der Räume gestatten. — Alle Vorhänge, Rouleaux etc. innen an den Fenstern dienen nur als Lichtschutz, als Wärmeschutz wirken sie sehr unvollkommen.

IV. Natürliche und künstliche Beleuchtung.

A. Natürliche Beleuchtung.

Natürliche Beleuchtung.

Verhältniss der Fenster zur Bodenfläche.

§ 443. Räume, die zum längeren Aufenthalt von Menschen dienen, sollen (Ent. Reichsgesetz) mindestens eine Fensterfläche = $^1/_{12}$ der Bodenfläche besitzen.

Für Schulen pflegt man $^1/_5$ zu verlangen, für Landschulen erklärt Tischler $^1/_7$ schon für billigen Ansprüchen entsprechend. Bei Schulen, Bureau's etc. ist ferner darauf zu achten, dass das Licht nur von links einfalle (eine schwache Beleuchtung von rechts daneben schadet nicht viel); Lichteinfall von vorn blendet die Schüler, von hinten den Lehrer. Die Tiefe der Räume und die mehr oder weniger freie Lage des Hauses kommen hier auch in Betracht (in oberen Geschossen genügen kleinere Fenster als in unteren). Wichtig ist auch die Orientirung des Hauses. Lage nach Nord kann das diffuse Tageslicht voll ausnützen; die anderen Himmelsrichtungen machen Anwendung von Vorhängen nöthig, die aber dünn und hellfarbig, am besten weiss oder hellgrau sein sollen.

Vorhänge.

Für Privatwohnungen ist die lichtraubende Wirkung dichter Vorhänge, die namentlich den optisch werthvollsten obersten Theil des Fensters verhüllen, in Rechnung zu ziehen, besser bringt man alle Vorhangsdekorationen möglichst vor der Wand- und nicht vor der Fensterfläche an. Auch die Tapeten- und Ofenfarbe ist wichtig; helle, das Licht reflektirende Wandbekleidung ist namentlich bei Nordzimmern wünschenswerth, wenn darin gearbeitet werden soll.

Raumwinkelmesser.

Zur objektiven Beurtheilung der Beleuchtungsgrösse einer bestimmten Stelle eines Zimmers mit Tageslicht hat L. Weber seinen Raumwinkelmesser angegeben. Siehe Dingler's polytech. Journal. Bd. 259. S. 122. Eine kurze Beschreibung mit Abbildung bringt Uffelmann's Handbuch der Hygiene Seite 26. — 50 Quadratgrade entsprechen an einem trüben Tage etwa 10 Meterkerzen (S. 501).

Auch das unten zu erwähnende L. Weber'sche Photometer lässt sich zu Tageslichtmessungen verwenden (Vergl. Seite 500).

Künstliche Beleuchtung.

B. Künstliche Beleuchtung.

1. Untersuchung und Beurtheilung der Beleuchtungsmaterialien.

Leuchtgas.

Leuchtgas[1]).

Untersuchung.

§ 444. Leuchtgasuntersuchungen setzen gasanalytische Kenntnisse voraus, zu deren Erwerbung auf die Seite 178 citirten Werke von Hempel und Winkler verwiesen werden muss. Speziell gilt dies von der quantitativen Bestimmung des Kohlenoxyds, des hygienisch wichtigsten Leuchtgasbestandtheiles. Ein Leuchtgas ist — es mag noch so günstige Lichteffekte erzielen — vom hygienischen Standpunkte aus schlecht, wenn sein Kohlenoxydgehalt 5—7 % übersteigt. Leider werden noch vielfach 10 % getroffen. „Wassergas“ mit ca. 30 % CO ist für Privathäuser absolut unzulässig; in Fabriken, Schmelzwerken, wo für eine besondere Dichtigkeit der Röhren und vorsichtiges Umgehen mit dem gefährlichen Gegenstande grössere Garantien bestehen, ist es eher brauchbar, aber nie unbedenklich. Neben der Giftigkeit des Kohlenoxyds verschwindet diejenige aller anderen Leuchtgasbestandtheile. Schwefelwasserstoff soll fehlen, da er zu schwefliger Säure verbrennt. Auch Schwefelkohlenstoff und komplizirtere organische Schwefelverbindungen sollen aus dem gleichen Grunde möglichst spärlich vorhanden sein. Die wichtigsten Riechstoffe des Leuchtgases sind Acetylen und organische Schwefelverbindungen; 0,1—0,2 ‰ Leuchtgas sind in der Luft noch deutlich durch den Geruch zu erkennen (wenn es nicht durch Durchstreichen von Boden desodorisirt ist!)[2]). Für die Leuchtkraft ist der Benzolgehalt besonders wichtig, daneben Aethylen, Propylen und Butylen, die schweren Kohlenwasserstoffe.

Wassergas.

Kohlenoxyd und sonstige Leuchtgasbestandtheile.

Entdeckung von Undichtigkeiten in Gasröhren.

Sehr wichtig kann es sein, undichte Stellen in einer Gasleitung aufzusuchen; es geschieht dies, indem man dieselben mit einer Kerze ableuchtet und dabei etwa ausströmendes Gas durch Anzünden sichtbar macht. Es darf dazu nicht zu hell sein. Ist ein Gasrohr im Erdboden geborsten, so ist die Aufsuchung der Bruchstelle durch Aufgraben und Ableuchten oft schwierig und vom Zufall abhängig. — Mit 5—8 Theilen Luft gemischt, explodirt Leuchtgas heftig.

Gasbrenner.

Gasbrenner sind oft ohne Prüfung nur durch den Augenschein zu beurtheilen; bei den vollkommeneren Konstruktionen sinken mit der zunehmenden Ausnützung der Leuchtkraft die Lufterhitzung, die Verunreinigung und die Kosten.

---

1) Als mittlere Zusammensetzung des Leuchtgases findet man recht verschiedene Angaben, z. B.:

	Schwere Kohlenwasserstoffe (Aethylen etc.)	Leichte Kohlenwasserstoffe (Sumpfgas etc.)	Kohlenoxyd	Wasserstoff.
Rubner	3,5 %	36,2	9,1	50,2
Uffelmann	5,7 %	59,5	4,5	30,0

2) Ist die desodorirende Kraft des Bodens erschöpft, so tritt das Gas anfangs mit einem höchst eigenthümlichen ätherischen Geruch aus; erst später tritt wieder typischer Gasgeruch auf.

Als ganz unzweckmässig sind die Schnittbrenner zu betrachten, ähnlich sind die Zweiloch- oder Fischschwanzbrenner zu beurtheilen; viel besser sind die mit vielen feinen Gasausströmungsöffnungen versehenen Argandbrenner, bei denen durch einen Lampencylinder für eine wesentlich höhere Temperatur und grössere Leuchtkraft der Flamme gesorgt ist. Ausserordentlich viel zweckmässiger sind die in neuester Zeit aufgetauchten Systeme, bei denen das Leuchtgas sowohl wie die zutretende Luft vorgewärmt sind (Regenerativ-, Intensiv- etc. Brenner). Vergl. Seite 502.

Petroleum.

§ 445. Das amerikanische Petroleum besteht in rohem Zustande aus einem Gemisch von sehr zahlreichen Kohlenwasserstoffen, vorwiegend von der Formel C_nH_{2n+2}, d. h. der Sumpfgasreihe[1]. Durch fraktionirte Destillation wird das Gemisch zerlegt in: Petroleumäther (Siedepunkt 40—70°), Gasolin (70—80°), Petroleumnaphtha C = Petroleumbenzin (80—100°), Petroleumnaphtha B = Ligroin (100—120°), Petroleumnaphtha A (Putzöl) 120—150°, dann in Petroleum etwa von 140—150° bis 300° destillirend und endlich in schwere Oele (Schmieröl), die höher als 300° sieden. Nach Thörner ist ein Petroleum, das mehr als 6% unter 140° flüchtiges Destillat enthält als feuergefährlich zu beanstanden, enthält es mehr als 8% über 310° flüchtige Substanzen, so ist seine Leuchtkraft in ungehöriger Weise vermindert. Petroleum. Fraktionen.

In Deutschland ist durch Reichsgesetz vom 24. Febr. 1882 vorgeschrieben, dass Petroleum, welches unter einem Barometerstande von 760 mm schon bei einer Erwärmung auf weniger als 21° entflammbare Dämpfe entwickelt, nur unter besonderen Vorsichtsmassregeln und als feuergefährlich bezeichnet, verkauft werden darf. Petroleumprüfung.

Zur Prüfung des Entflammungspunktes der Dämpfe dient obligatorisch der Abel'sche Petroleumprober. Da jedem Exemplar eine ausführliche Beschreibung mit Abbildung und Tabellen beiliegt, so genüge hier folgende Orientirung. Abel's Apparat.

Das Petroleum, vor dem Versuch auf 12° abgekühlt, kommt bis zu einer Marke in einen Messingcylinder; derselbe hängt etwa halbgefüllt in einem Luftbade, welches von einem umschliessenden Wasserbade geheizt wird. Letzteres ist anfangs mit 58° warmem Wasser zu füllen und durch eine Spiritusflamme während des Versuches auf 55° zu halten. Das Petroleumgefäss wird mit einem Deckel verschlossen; eine jedesmal aufzuziehende Feder gestattet nun, indem man auf einen Knopf drückt, folgendes Spiel auszulösen: Es öffnet sich für 2 Sekunden ein Schieber in dem Deckel des Messingcylinders und gleichzeitig senkt sich das Flämmchen eines sehr kleinen auf dem Deckel brennenden Lämpchens in den mit Petroleumdampf gefüllten Innenraum des Petroleumbehälters. Sowie die Dämpfe eine gewisse Dichtigkeit erreicht haben, entsteht dabei eine kurzdauernde bläuliche Flamme.

Mit dem Proben beginnt man je nach dem Barometerstande bei niederen oder höheren Temperaturen (z. B. bei 715—725 mm bei 15,5, bei 745—755 bei 16,5°), da die

1) In geringen Mengen finden sich auch Kohlenwasserstoffe der Aethylen, Naphthen und Benzolreihe. Kaukasisches Petroleum verhält sich wesentlich anders.

Dampfentwickelung durch niederen Barometerstand begünstigt ist. Sowie das Thermometer im Petroleum wieder um $^{1}/_{2}{}^{0}$ gestiegen ist, wiederholt man den Versuch, bis blitzartig eine deutliche blaue Flamme aufleuchtet.

Die gefundene Entflammungstemperatur ist auf den Normalbarometerstand 760 mm umzurechnen. Aus der ausführlichen beigegebenen Tabelle stellen die folgenden Zahlen nur einen kurzen Auszug dar.

Barometerstand	710	720	730	740	750	760	770	780
Celsiusgrade	17,3	17,6	18,0	18,3	18,7	19	19,4	19,7
	18,3	18,6	19,0	19,3	19,7	20	20,4	20,7
	19,3	19,6	20,0	20,3	20,7	21	21,4	21,7

und so fort bis 25°.

Hat also z. B. ein Petroleum bei 730 mm Barometerstand bis 19,0° geflammt, so liegt sein Entflammungspunkt für den Normalbarometerstand von 760 mm bei 20,0°.

Petroleum, das die sehr bescheidenen deutschen Forderungen nicht erfüllt, wird im Handel kaum getroffen, wohl aber nach Elsner oft billige gute Petroleumsorten mit einem Entflammungspunkt von 40° Abel. Der Hygieniker wird den Apparat selten gebrauchen.

Konstruktion der Lampen.

Die hygienische Beurtheilung von Lampenkonstruktionen hat einmal zu berücksichtigen, dass Rundbrenner meist viel zweckmässigere Beleuchtung gestatten als Flachbrenner (Seite 502); doch giebt es auch neuere Flachbrenner von zweckmässiger Konstruktion und sehr bedeutender Leuchtkraft, sodass eine direkte Prüfung nach den Prinzipien von Seite 500—502 nicht zu umgehen ist. Eine Explosionsgefahr besteht bei den neueren Lampenkonstruktionen und der zweckentsprechenden Verwendung der besseren Petroleumsorten kaum, da letztere meist viel weniger entflammbar sind, als sie es gesetzlich sein dürfen.

Gründe einer Explosionsgefahr.

Der im Oelbehälter durch Verzehrung des Petroleums entstehende leere Raum füllt sich allmählich mit Petroleumdämpfen und Luft (siehe unten). Explodirbare Dämpfe können sich nun unter 2 Bedingungen entwickeln:

1. Es liegt ein schlecht gereinigtes Petroleum vor, das schon ohne besondere Erhitzung explosible Dämpfe entsendet oder

2. Es liegen Verhältnisse vor, durch die sich die entstehenden Dämpfe abnorm erwärmen:

a) es steht unter dem Oelbehälter einer brennenden Hängelampe leichtsinnigerweise eine zweite brennende Lampe,

b) durch Verstopfung von Luftlöchern in dem durchbrochenen Zugglasträger ist die Kühlung der oberen Brennertheile mangelhaft,

c) Dochtpartikel, die bei nachlässigem früherem Putzen auf die Brandrohrplatte (querer Abschluss des inneren Lumens der Brennröhre des Rundbrenners) gefallen sind, können sich dort durch einen Funken entzünden und den Petroleumbehälter erhitzen.

Damit aber nun diese explodirbaren Dämpfe auch wirklich explodiren, muss sich ihnen sauerstoffreiche Luft beimischen, was nur bei weiten Brennerröhren, die vom Docht nicht ordentlich ausgefüllt werden, rasch eintreten kann, ohne dass der Sauerstoff vorher verzehrt wurde. Es liegt also in der mangelhaften Dochtbeschaffenheit eine Hauptursache von Lampenexplosionen.

Viel seltener kommt es dadurch zur Entzündung der Petroleumdämpfe, dass durch Transport der Lampe der heisse obere Lampentheil rasch mit dem kalten Petroleum in Berührung kommt und dadurch springt.

2. Untersuchung und Beurtheilung der gelieferten Lichtmenge [1]).

§ 446. Wir drücken die Leuchtkraft (Lichtstärke) einer gewissen Lichtquelle dadurch aus, dass wir sie vergleichen mit der als Einheit dienenden „Normalkerze". Untersuchung der Lichtstärke.

Als Normalkerze dienen leider noch die verschiedensten Lichtquellen; am bekanntesten sind in Deutschland: Normalkerzen.

Deutsche Vereinsparaffinkerze [2]) verbraucht bei Flammenhöhe 50 mm 7,7 g Paraffin (Erstarrungspunkt 55°) in einer Stunde und liefert Lichtintensität 1,224 (Gewicht einer Kerze 50 g).

Münchener Stearinkerze verbraucht bei Flammenhöhe 50 mm 10,2—12 g Paraffin und liefert Lichtintensität 1,135;

Amylacetatlampe von Hefner-Alteneck liefert bei 40 mm Flammenhöhe eine Lichtintensität 1,00. Letztere Lichtquelle gilt für die konstanteste Amylacetatlampe.

Die Flammenhöhe muss oft gemessen werden mit einer Drahtgabel, deren Zinken gerade den gewünschten Abstand (40 oder 50 mm) haben; sind die Kerzenflammen zu hoch, so verkürzt man vorsichtig den Docht.

Die Bestimmung der Lichtintensität geschieht mittelst des Bunsen'schen Photometers, dasselbe kann zu annähernden Bestimmungen, wie sie für hygienische Zwecke zur Orientirung genügen, einfach improvisirt werden durch eine zwei Meter lange in Centimeter getheilte Latte, auf der durch eine Schlittenführung ein Papierschirm beweglich ist, der in seiner Mitte einen Fettfleck trägt. Bunsen's Photometer

Die Intensität der Beleuchtung des Schirmes von zwei Lichtquellen, links und rechts von demselben, ist dann gleich, wenn von beiden Seiten gesehen, der Fettfleck verschwindet, d. h. ebenso hell erscheint wie die nicht gefettete Partie des Schirmes. Ist dieser Punkt erreicht, wenn sich die Lichtquellen in verschiedenen Abständen von dem Schirm befinden, so verhält sich die Intensität der Lichtquellen umgekehrt wie das Quadrat der Abstände von dem Schirm.

In einem praktischen Versuch bringt man im verdunkelten Zimmer erst die Flamme der Normalkerze und der zu untersuchenden Lichtquelle in's gleiche Niveau links und rechts vom Schirm, verschiebt nun den Schirm auf der Latte bis der Fettfleck verschwindet und liest dann die Abstände der Lichtquellen vom Schirm ab. War in einem Versuche der Fettfleck verschwunden als die Normalkerze in 50 eine damit verglichene Lampe in 150 cm Entfernung vom Schirm war, so verhalten sich die Lichtstärken: $1 : x = 50^2 : 150^2$ d. h. $x = \frac{2250}{250} = 9$. Die Lampe hatte eine Lichtstärke von 9 Kerzen. Beispiel.

Berücksichtigt man das in einer Stunde verbrannte Leuchtmaterial (bei Kerzen, Petroleum etc. das Gewicht, bei Gas das durch eine Gasuhr zu messende Volum) und den Preis dieser Stoffe, so kann man leicht den Preis der verschiedenen Beleuchtungsmittel pro 100 Normalkerzen und 1 Stunde ermitteln. Berechnung der Beleuchtungskosten.

So einfach die Prinzipien dieser Messungen sind, so schwierig ist es absolut genaue Zahlen zu erhalten. Es sind hierzu Dunkelzimmer, theuere exakt gearbeitete Photometer mit Hilfsflämmchen am Schirm zur Korrektion der Lichtabsorption durch den letzteren, höchste Aufmerksamkeit auf die Normalkerzen u. s. f. nothwendig (vergleiche Rubner, Lehrb. d. Hyg. Seite 230).

1) „Ueber den Beleuchtungswerth von Lampenglocken" vergleiche die eingehende Untersuchung von H. L. Cohn. Wiesbaden 1885.

2) an einem rothen Faden in der Mitte des Dochtes kenntlich.

Weber's Photometer.

§ 447. Will der Hygieniker einen lichtmessenden Apparat anschaffen, so ist das L. Weber'sche Photometer allen anderen vorzuziehen. Dasselbe gestattet einmal Lichtquellen auf ihre Lichtstärke zu untersuchen, zweitens aber auch den Grad der Beleuchtung eines Gegenstandes, z. B. Papierblattes durch diffuses Tageslicht oder künstliche Beleuchtung zu messen, was hygienisch besonders wichtig ist.

Eine in's Einzelne gehende Beschreibung des Apparates würde zu weit führen; sie ist auch unnöthig, da jedem Stück von der Firma Schmidt & Hänsch eine Brochüre beigegeben wird, die den Gebrauch ausführlich erläutert. Das Prinzip des Apparates ist folgendes:

Prinzip des Apparates.

In das der Länge nach getheilte Metallrohr B fällt zweierlei Licht. Einmal Licht von der fein regulirbaren Benzinkerze C, das bei b eine verschiebbare Milchglasplatte passirt und bei p totale Reflexion in die rechte Hälfte des Okularsehfeldes bei o erfährt. Sodann fällt durch die linke Röhrenhälfte B Licht von dem zu untersuchenden Objekt, meist bei g auch eine Milchglasplatte passirend. Je näher b an C ist, um so heller, je näher b an a ist, um so dunkler ist die rechte Gesichtsfeldhälfte; durch geeignetes Verschieben von b lassen sich beide Gesichtsfeldhälften[1]) genau gleichhell machen.

Fig. 125.
Leonhard Webers Photometer.

Für absolute Messungen muss genau die Lichtstärke der Benzinkerze (annähernd 1 Normalkerze) und ferner bekannt sein, wie stark die verschiedenen Milchglasplatten das Licht abschwächen.

a) Verwendung des Apparates als gewöhnliches Photometer.

Erste Anwendung des Apparates

Konstantenbestimmung. Man setzt dazu vor B_1 in bekannter Entfernung (50 cm) eine Normalkerze (Hefner-Alteneck'sche Amylacetatlampe) und verschiebt b bis Lichtgleichheit links und rechts besteht.

1) Neuerdings ist die Konstruktion des Apparates dahin verbessert, dass durch Verwendung eines Lummer'schen Prisma's die beiden Gesichtsfelder nicht neben, sondern konzentrisch ineinander liegen.

Jetzt ist links: Stärke der Lichtquelle = 1, Entfernung von der Milchglasplatte bei g = 50 cm. Die Milchglasplatte bei g lasse 1/x der auf sie fallenden Lichtmenge durch. Rechts ist: Stärke der Lichtquelle = 1, Entfernung der verschiebbaren Milchglasplatte von C = E; die verschiebbare Milchglasplatte lasse 1/y der auf sie fallenden Lichtmenge durch.

Daraus folgt $\frac{1}{50^2 \cdot x} = \frac{1}{E^2 \cdot y}$ also $\frac{x}{y} = \frac{E^2}{50^2} = K$.

K bedeutet also hier eine für jede Milchglasplatte, die bei g eingeschoben werden soll, besonders zu berechnende Konstante, die dem Apparat von der Fabrik schon beigegeben wird. Zur Intensitätsbestimmung sehr starker Lichtquellen legt man mehrere Milchglasplatten bei g vor.

Ausführung einer Messung. Soll nun eine unbekannte Lichtquelle von m Kerzen Stärke mit der Weber'schen Benzinnormalkerze verglichen werden, so stellt man sie in beliebiger Entfernung vor g auf, z. B. in 60 cm. Wenn E = 21 cm ist bei Lichtgleichheit, so ist:

$$\frac{m}{60^2 \cdot x} = \frac{1}{21^2 \cdot y} \quad m = \frac{60^2}{21^2} \cdot \frac{x}{y} \quad \text{d. h.} = \frac{60^2}{21^2} \cdot K.$$

Haben die beiden Lichtquellen verschiedene Farben, so findet man bei keiner Stellung von b Lichtgleichheit beiderseits; man schiebt in das Okular deshalb ein rothes und später ein grünes Glas ein und bestimmt so die Intensität für rothe und grüne Strahlen getrennt. Vergleiche hierüber und die Verwendung der Werthe die dem Apparat beiliegende Beschreibung. Verschiedenfarbige Lichtquellen

b) Verwendung des Apparates zur Bestimmung der Lichtintensität, die beleuchtete Flächen aussenden in Meterkerzen.

1. Wird eine weisse matte Fläche in ein 1 Meter Abstand von der Flamme einer Normalkerze beleuchtet, so empfängt eine Stelle, die am Fusspunkt einer auf die Ebene gefällten Senkrechten liegt, nach der Definition von L. Weber eine Lichtintensität von einer Meterkerze. Lassen wir dieses Licht in die linke Hälfte unseres Apparates fallen und verschieben b bis zur Lichtgleichheit, so erhalten wir eine neue Konstante, mit der wir dann beliebig beleuchtete Papierflächen prüfen können. Zweite Anwendung des Apparates. Meterkerze.

Die Konstante ergiebt sich unter der einfachen Annahme, dass das Papier 1/x des Lichtes reflektire, die verschiebbare Milchglasplatte wie bisher 1/y durchlasse, wenn bei der Entfernung e des Schiebers von der Kerze Lichtgleichheit herrscht:

$$\frac{1}{100^2 \cdot x} = \frac{1}{E^2 \cdot y}\,;\ \frac{E^2}{100^2} = \frac{x}{y} = K_1.$$

Zur Ausführung eines Versuches lassen wir von einem Papierblatt, dessen unbekannte Beleuchtungsintensität (m Meterkerzen) wir prüfen wollen, aus einer bekannten Entfernung, z. B. 50 cm, Licht links einfallen, dann ist

$$\frac{m}{50^2 \cdot x} = \frac{1}{r^2 \cdot y}\,;\ m = \frac{50^2}{r^2} \cdot \frac{x}{y} = \frac{50^2}{r^2} \cdot K^1.$$

Handelt es sich um die Untersuchung sehr hellen Lichtes, so sind auch hier wieder Milchglasplatten bei g einzuschieben, was die Konstanten entsprechend ändert.

2. Statt auf ein beleuchtetes Papierblatt zu visiren, kann man genau an die Stelle des Papierblattes die Mündung des Rohres B_1 selbst mit einer Milchglasplatte verschlossen setzen; man hat dann bei der Berechung der Konstanten nur an die Stelle von 1/x (der Lichtmenge, welche vom Papier reflektirt wird) $1/x_1$ zu setzen, d. h. die Lichtmenge, welche vom Milchglas durchgelassen wird; mit Hilfe der so gefundenen Konstanten K_2 verfährt man ganz in gleicher Weise wie eben unter 1. auseinandergesetzt.

Hermann Cohn hat für Arbeitsplätze folgende Beleuchtungsintensität des Papiers verlangt: Womöglich eine Beleuchtung von 50 Meterkerzen, als Minimum 10 Meterkerzen, gleichgültig, ob es sich um künstliche oder natürliche Beleuchtung handelt. Die üblichen Lampen liefern nur etwa bis in einer Entfernung von ½ Meter 10 Meterkerzen, die Beleuchtungsintensität kann aber durch richtig angebrachte Lichtschirme, Reflektoren enorm gesteigert werden. Cohn's Anforderung an die Beleuchtungsintensität von Arbeitsplätzen.

3. Erwärmung und Verunreinigung der Luft durch verschiedene gleichstarke Lichtquellen.

Zu einer Orientirung genügt ein Blick auf folgende Tabelle von E. Cramer (Materialkonsum nach E. Fischer):

	100 Kerzen Helligkeit:			
	Verbrauchen	Liefern		
	Material	CO_2 kg	Wasserdampf kg	Wärme Kalorien
Gas, Siemens-Regenerativlampe	0,35 cbm	0,386	0,304	1843
Gas, Argandbrenner	0,8 cbm	0,882	0,694	4213
Petroleum, kleiner Flachbrenner				
3stündiger Versuch	0,60 kg	1,648	0,635	6220
8stündiger Versuch		1,876	0,762	
Petroleum, grosser Rundbrenner				
3stündiger Versuch	0,20 kg	0,549	0,218	2073
8stündiger Versuch		0,625	0,254	
Paraffin	0,77 kg	2,298	0,911	7615
Stearin	0,92 kg	2,443	0,936	7881
Talg	1,00 kg	2,681	0,941	8111

Es folgt daraus, dass die festen Beleuchtungsmaterialien (namentlich Talg) weitaus am stärksten durch Kohlensäureproduktion, Wasser- und Wärmeentwickelung Belästigung schaffen; für Gas und Petroleum kommt alles auf die Lampenkonstruktion an; gut konstruirte Petroleumlampen stehen den besten Gaslampen kaum nach, schlechte Petroleumlampen sind schlechter als Argandbrenner, aber immer noch viel besser als Schnittbrenner, die nach den Angaben von E. Fischer etwa 2—3 Mal so stark wie Argandbrenner die Luft verunreinigen und erhitzen.

Um in einem konkreten Falle die Luftverunreinigung, z. B. in einem Theater, bei Gas- und elektrischer Beleuchtung zu vergleichen, ist bei vollem und leerem Hause bei den verschiedenen Beleuchtungsarten je ein Versuch anzustellen, der an verschiedenen Punkten und zu verschiedenen Zeiten nach Beginn der Beleuchtung Kohlensäure und Temperatur (ev. auch Luftfeuchtigkeit) ermittelt. Die Temperatur im Freien, die Ventilation, die Lichtstärke, die Besucherzahl u. s. f. müssen natürlich möglichst gleich sein, wenn wirklich vergleichbares Material erhalten werden soll. Die Resultate werden graphisch dargestellt und unter sich und mit den Anforderungen auf Seite 173 u. f. verglichen. Als Muster für eine solche Untersuchung vergl. Litteratur Renk.

Luftverunreinigung durch Produkte der unvollkommenen Verbrennung.

Die Luftverunreinigung durch Produkte der unvollkommenen Verbrennung: Kohlenwasserstoffe, ev. Kohlenoxyd, salpetrige Säure, Salpetersäure u. s. w. ist quantitativ nur von geübten Chemikern zu führen. Es liegen bisher nur wenige Angaben hierüber vor. Erismann wandte folgende Methode an: Die zu untersuchende Luft wird zur Entfernung der Kohlensäure durch Absorptions-

apparate voll Kalilauge geleitet und hierauf durch eine Verbrennungsröhre, die mit glühendem Kupferoxyd gefüllt ist. Dabei entsteht aus Kohlenwasserstoffen Kohlensäure, die wieder in Absorptionsapparaten (Pettenkofer'schen Barytröhren) absorbirt und titrirt wird. 44 mg Kohlensäure entsprechen 16 mg Sumpfgas CH_4. E. Cramer bemängelt diese Methode; derselbe bestimmte durch komplizirte Versuche, dass pro 1 g verbranntes Leuchtmaterial 0,64 bis 0,85 g Kohlensäure gebildet und 5 bis 107 mg Kohlenstoff als solcher (Russ) oder unvollkommen verbrannt abgeschieden wird. Am unvollkommensten ist die Verbrennung in kurz dauernden Versuchen mit Petroleumschnittbrennern; allerdings scheidet sich ein grosser Theil des Russes an dem Docht resp. Brenner ab, um im weiteren Verlaufe des Versuches wieder zu verbrennen.

Untersalpetersäure tritt stets auf; dieselbe geht mit Wasser theils in Salpetrige-, theils in Salpetersäure über — nicht abgeschlossene quantitative Bestimmungen ergaben pro 1 g Stearin die Bildung von Mengen bis 0,322 mg NO_2H, die daneben entstehende Salpetersäure ist nicht bestimmt. Untersalpetersäure.

Luft wurde in Cramer's Selbstversuchen durch Gasbeleuchtung für die Nase (vorübergehend) unangenehm bei 1,5—3,6 im Durchschnitt bei 2,2 ‰ Kohlensäure. Es waren sicher die Spuren salpetriger Säure, die daran Schuld waren, übrigens trat stets rasch Toleranz gegen das anfängliche Gefühl von Trockenheit in der Nase ein; zweistündiger Aufenthalt bei einem CO_2 Gehalt von 4—5 ‰, der durch Leuchtgasverbrennung erzeugt war, war ohne jede Nachwirkung. — Auch etwas SO_2 dürfte nie in den Verbrennungsprodukten einer Leuchtgasflamme fehlen.

Anhang I. Elektrisches Licht.

§ 448. Elektrisches Licht produzirt keine Kohlensäure, keine sonstigen die Luft verunreinigenden Stoffe, sehr wenig Wärme (Bogenlicht etwa 1 %, Glühlicht 6 % eines Argandbrenners) von gleicher Leuchtkraft. — Störend kann der Glanz des elektrischen Lichtes sein; der Kohlenfaden einer Glühlampe sendet (auf gleiche Oberfläche reduzirt) ein 12 Mal stärkeres Licht als ein Schnittbrenner und 7 Mal helleres als ein Argandbrenner aus (Renk); Bogenlicht ist nach E. Voit noch ca. 100 Mal glänzender als Glühlicht. Matte Glasglocken erlauben aber sehr leicht die Blendung zu vermeiden; es ist ohne Frage vom hygienischen Standpunkte elektrisches Licht das beste nach dem Sonnenlichte. Die bisher kaum ganz vermeidbaren Intensitätsschwankungen des Bogenlichts lassen dasselbe zur Beleuchtung von Räumen, in denen fein gearbeitet werden soll, noch nicht als vollkommen zweckmässig erscheinen. Elektrisches Licht.

V. Ventilation.

§ 449. Die natürliche Ventilation untersucht man nach Seite 130, die künstliche nach Seite 129. Die Anforderungen an Luftbeschaffenheit sind auf Seite 163 u. folg. auseinandergesetzt. Ventilation.

Luftkubus.

Für einen Erwachsenen pflegt man für Wohnräume einen Luftkubus von 20 cbm als Minimum zu verlangen (für Spitäler das doppelte bis dreifache [1]). Ein dreimaliger Luftwechsel ist pro Stunde möglich, ohne dass Zug entsteht (d. h. Windgeschwindigkeit nicht über 0,7 Meter), mehr aber nicht — es werden so ein Minimum von 60 cbm Luft verfügbar. Lufterneuerung ist nicht möglich, ohne das Gefühl von Zug hervorzubringen (Windgeschwindigkeit über 0,7 Meter wird als Zug empfunden).

Für Schulen wird pro Kind etwa 5—6 cbm als Minimum verlangt. Der „Ent. Reichsges." verlangt für Schlafräume für Kinder unter 10 Jahren 5 cbm, für jede ältere Person mindestens 10 cbm. Selbst wenn auch auf andere Weise für genügende Luftzufuhr gesorgt ist, muss doch mindestens auf ein Kind 1 qdcm, auf einen Erwachsenen 2 qdcm Fensterfläche entfallen (Ent. Reichsges.).

VI. Heizung.

Heizung.

§ 450. Die Beschreibung der einzelnen Heizsysteme mit ihren Vor- und Nachtheilen, namentlich auch vom ökonomischen Standpunkt, ist in den Lehrbüchern der Hygiene auseinandergesetzt. Die Mittel, den Effekt einer Heizung zu kontroliren, sind einfach. Sowohl bei Central- wie Lokalheizung ist zu veranstalten:

Prüfung der Temperatur.

1. Prüfung der Temperatur in verschiedenen Theilen des Zimmers durch Thermometer, die ev. gegen direkte Strahlung durch vorgesetzte Brettchen geschützt sind. Besonders für Centralheizungen sind solche Untersuchungen im ganzen Hause sehr wichtig, da sie oft grosse Missstände in der Wärmevertheilung, namentlich bei schlecht angelegten Luftheizungen, enthüllen.

Prüfung der Luftfeuchtigkeit.

2. Prüfung der Luftfeuchtigkeit nach Seite 132 und Beurtheilung nach Seite 174. Luftbefeuchtungseinrichtungen werden durch Beobachtung ihrer Wirkung mittelst Hygrometer geprüft. Zu starke Wirkung der Befeuchtung kann zu Durchfeuchtung des kühleren Mauerwerks führen, ist also wenigstens ebenso sehr zu vermeiden, wie trockene Luft.

1. Ofenheizung.

Ofenheizung.

§ 451. Speziell bei Ofenheizung ist in's Auge zu fassen:

Prüfung der strahlenden Wärme.

1. Prüfung der strahlenden Wärme des Ofens mit dem Schwarzkugelthermometer (Seite 116). Wir wünschen im Allgemeinen möglichst wenig mit strahlender Wärme zu heizen. Metallöfen strahlen stärker, weil sich ihre Oberfläche viel stärker erwärmt. Um Schlüsse zu ziehen, sind vergleichende Versuche an verschiedenen Oefen, welche die Zimmertemperatur gleich erhöhen,

[1]) Neuere Spitäler bieten bis zu 100 cbm Raum und darüber für 1 Bett, was sehr anerkennenswerth ist.

mit dem gleichen Thermometer vorzunehmen. (Genauere Prüfung nach Rubner mit Thermosäule, vergl. Rubner's Lehrbuch der Hyg. p. 241.) Die Wirkung von Ofenmänteln ist in gleicher Weise zu kontrolliren.

2. Eventuell Prüfung der Temperatur der Ofenoberfläche. Für Thonöfen genügt es, ein Thermometer gegen den Ofen zu drücken und dasselbe mit einem grossen Bausch Watte und einer Schnur zu fixiren, bei eisernen Oefen können Legirungen von bekanntem Schmelzpunkt (Seite 113) gute Dienste leisten. Oberfläche des Ofens.

Es ist hygienisch werthvoll, wenn die Temperatur niedrig bleibt, jedenfalls 100° nicht übersteigt, bei höheren Temperaturen findet eine Verbrennung der Stäubchen statt, die sich auf den Ofen niedersenken. Die dabei entwickelten brenzlichen Produkte reizen die Schleimhäute. Daneben besteht natürlich die Gefahr, dass sich namentlich Kinder brennen.

Glatte Oberfläche und gute Ausfütterung der Eisentheile mit Chamotte sind wesentlich zur leichteren Verhütung der Staubverbrennung, resp. der zu starken Erhitzung.

3. Beschaffenheit der Kamine; Prüfung, ob die Oefen „ziehen". Die Kamine erhalten eine runde oder quadratische Querschnittsform, um das Reinigen durch Kugeln und Besen gut bewerkstelligen zu können. Der Durchmesser derselben ist je nach der Ziegelgrösse 15—20 cm, für grössere Heizanlagen 25—30 cm. In solche Kamine können zwei bis drei Feuerstellen einmünden, sobald dieselben sonst richtig angelegt sind. Der Kamin soll senkrecht von der Feuerstelle über den höchsten Punkt des Daches (bezw. der höheren Nachbardächer) geführt werden und in den Innenmauern (nicht Aussenmauern) verlaufen, um den Einfluss der wechselnden Aussentemperatur und des Windes möglichst abzuhalten. Für die Reinlichkeit ist es von Vortheil, wenn er von der Feuerstelle auch noch abwärts bis zum Keller geführt ist, damit hier und über Dach (bezw. bei steilen Dächern im Dachboden) der Russ entfernt werden kann. Ein geringes Abweichen von der Senkrechten („Ziehen" oder „Schleifen" genannt) ist gestattet; der Winkel dieser Abweichung darf aber höchstens 30° betragen und die Knickstelle soll sorgfältig abgerundet werden. Kamine.

Man prüft einen Kamin auf Zug, indem man Papier in ihm entzündet oder ein brennendes Zündhölzchen in die Ofenthüre hält; ersteres soll lebhaft (ohne Rauch) brennen, letzteres durch den Zug erlöschen oder doch sehr lebhaft flackern. Prüfung von Kaminen.

Ist natürlich die Luftsäule im Kamine kälter als die im Freien (Hochsommer, warme Tage im Winter nach strenger Kälte), so kann es auch bei guter Kaminkonstruktion nothwendig sein, erst etwas Papier im Ofen abzubrennen.

Zur Prüfung einer Verstopfung mit Russ etc. ist der Kaminfeger zu konsultiren. — Oefen mit sehr engen Abzugsröhren oder Schläuchen und gar solche ohne Rauchrohr sind stets nach 5. zu prüfen, da sie die Luft erfahrungsgemäss meist stark mit Kohlensäure und ev. Kohlenoxyd verunreinigen.

4. Ofenklappe. Ofenklappen alter Konstruktion im Rauchrohr, die im gegebenen Moment letzteres vollkommen abzuschliessen gestatten, sind als gänzlich unhygienisch gesetzlich zu verbieten. Sind sie so konstruirt, dass nicht mehr wie $^3/_4$ des Querschnitts verschlossen werden kann, so ist nicht mehr viel dagegen einzuwenden; die Gefahr der Kohlenoxydvergiftung scheint beseitigt. Ofenklappe.

Durch Herstellung verschraubbarer Ofenthüren an Stelle der Klappen erreicht man namentlich bei Kachelöfen den gewünschten Zweck nicht ganz, da die Zimmerluft durch die vorhandenen Fugen und Spalten in das Innere des Ofens (und von da in den Schornstein) gelangt und diesen in Folge dessen doch ziemlich rasch auskühlt.

Rauch.

5. Untersuchung einer etwaigen Luftverunreinigung durch die Heizung. Rauch weist die Nase empfindlicher nach, wie irgend ein chemisches Reagens (eventuell liefern Kohlensäurebestimmungen erhöhte Werthe, Rauchgase enthalten ca. 8—10 % Kohlensäure), auf Kohlenoxyd ist nach Seite 151 zu prüfen.

Oefen verschiedener Systeme.

6. Auf technische Werke muss für die Frage verwiesen werden, welche Oefen am zweckmässigsten ihre Aufgabe erfüllen. Im Allgemeinen nützen kleine Oefen mit kurzen Rohren die Wärme ungenügend aus, Vergrösserung der Oberfläche durch Rippen und Durchsichten ist praktisch. (Die grossen heute noch in einsameren Gegenden und in Berlin üblichen Grundöfen nützen die Wärme weit besser aus.) Es lassen sich daher günstiger mehrere neben oder über einander liegende Oefen von einer Feuerstelle beschicken. Als Feuerstelle kann der Herd dienen (eine Drosselklappe, welche im Sommer den Heizgasen den Weg zu den Oefen abschliesst und den direkten Zugang zum Schornstein gleichzeitig öffnet, ist dann vorzusehen). Sonst wird die Feuerstelle am besten vom Flur bedient, wodurch Staub, Asche, Schmutz u. dgl. m. von den Wohnräumen fern gehalten werden.

2. Centralheizanlagen.

Centralheizungen.

§ 452. Die verwickelten technischen Prüfungen solcher Anlagen liegen ausserhalb des Rahmens dieses Buches. Mit Thermometer, Hygrometer, eventuell Anemometer kann der kundige Hygieniker aber den Effekt einer solchen Heizung recht gut beurtheilen (vergl. Seite 504); hier seien nur einige spezielle Punkte hervorgehoben.

Luftzufuhrkanäle und Heizkammer

Untersuchung der Luftzufuhrkanäle und der Heizkammer bei der Luftheizung. Beide sollen begehbar oder schliefbar, d. h. jederzeit zu besichtigen und zu reinigen sein, aber auch wirklich gereinigt werden; wo dies nicht der Fall ist, wird stets eine verunreinigte, mit brenzlichen Stoffen erfüllte, eventuell, wenn die Temperatur hoch genug steigt, auch eine Kohlenoxyd enthaltende Luft geliefert. Ferner kann der Staub als schlechter Wärmeleiter den Nutzeffekt wesentlich verringern.

Die Wände der Heizkammer und der Kanäle sollen möglichst glatte Flächen bieten, an denen der Staub weniger leicht haftet und sich leicht reinigen lassen. Namentlich sollen auch die Kaloriferen und die Heizrohre anderer Systeme zugänglich und leicht zu reinigen sein.

VII. Wasserversorgung.

Wasserversorgung. Hausreservoirs.

§ 453. Zu den in Abschnitt „Wasser“ erörterten Punkten kommt hinzu:

1. Die Untersuchung etwaiger Hausreservoirs. Dieselben sollen aus mit Asphaltlack (oder Oelfarbe) gestrichenem Eisen, nicht aus Blei, Zinn oder Zink sein. Blei ist auch dann unzulässig, wenn die Röhren aus Blei

sein dürfen (Seite 239), da in einem Reservoir stets der Luftzutritt begünstigt ist. Häufig entdeckt die Inspektion der Reservoirs Unzuträglichkeiten: Eindringen von Staub durch schlechte Einfriedigung und Bedeckung, Entwickelung von dicken flockigen Bakterienmassen, von Larven von Wasserinsekten etc.

Die Ueberlaufröhren des Reservoirs sollen nicht ohne Siphon in ein Abtrittsabfallrohr münden.

2. Prüfung der Frostsicherheit der Leitung und besonders etwaiger enger Zweigleitungen. Frostsicherheit.

Leitungen sollen nicht an Aussenmauern liegen oder dort mit Wärmeschutzmasse (Asbest, Kork, Haarmörtel, Schlackenwolle, Kieselguhr etc.) umgeben sein. Letztere ist auch in selten geheizten Räumen (Abort, Bad) meist nothwendig. Die Hauptzu- und Ableitungsrohre sollen mindestens 0,8—1,00 m unter dem Erdboden führen, um gleichmässig temperirt zu bleiben.

VIII. Entfernung der Schmutzwässer (Hauskanalisation).

§ 454. Bei der Untersuchung ist zunächst zu ermitteln, ob die Hausabwässer (Spül-, Küchen- und Badewässer) in einen Kanal oder in eine Versitzgrube geleitet werden. Letzteres ist bei einsam stehenden Häusern das einzige mögliche Verfahren (wenn keine Einleitung in einen Bach möglich ist); es ist aber wenigstens zu verlangen, dass die Grube weit genug vom Hause entfernt ist. Hauskanalisation. Versitzgruben.

Praktisch ist, in den Lauf des Abwassers bis zur Versitzgrube 1—2 kleine dichte cementirte Gruben als Klärbassins einzuschalten, sodass das Wasser in der Versitzgrube selbst so rein ist, dass es zum Giessen von Gemüse etc. verwendet werden kann. Natürlich müssen diese Klärgruben leicht zu reinigen sein.

Die Hauswasserröhren müssen dicht sein und, wo sie mit Eingüssen in Verbindung stehen, Wasserverschlüsse haben. Letztere sind gewöhnlich als U-förmig gebogene Röhren angeordnet; komplizirtere Verschlüsse werden bisweilen im Küchenausguss angebracht. Wirken Verschlüsse schlecht, sodass Kanalgase in die Wohnungen eindringen können, so ist zu prüfen, ob nicht einer der folgenden Hauptfehler vorhanden ist (Renk): Wasserverschlüsse. Die gewöhnlichsten Hauptfehler der Hausdrainage.

1. das Abfallrohr mündet nicht offen über Dach.

2. Das Abfallrohr ist zu eng im Verhältniss zu den in dasselbe mündenden Ausgussrohren.

3. Die von den Sieben der Ausgüsse oder deren Siphons abführenden Röhren sind abnorm weit, sodass bei sehr reichlichem Eingiessen auch ein weites Abfallrohr voll läuft und der betreffende Siphon, sowie die darüber liegenden leergezogen oder doch stark geschwächt, die tiefer liegenden Siphons gesprengt werden.

4. Komplizirtere Verschlüsse sind statt mit engem peripherem und weitem centralem Schenkel vielfach fälschlich umgekehrt konstruirt, sodass jedes Funktioniren den Verschluss in sehr hohem Maasse schwächt. Es muss als Prinzip gelten, dass sich die Abwasserleitung von dem Sieb des Ausgusses bis zum Hauskanal stets nur erweitern, nirgends verengern darf.

Ursachen des mangelhaften Funktionirens von Verschlüssen.

Niemals ist der stets sehr geringe positive oder negative Ueberdruck der Kanalluft über die Zimmerluft im Stande, einen Wasserverschluss von einigen Centimeter Höhe zu durchbrechen; alles Sprengen oder Leersaugen von Verschlüssen kommt nur von Luftverdünnungen oder Luftverdichtungen her, die im Fallrohr durch das reichlich eingegossene Wasser entstehen, wenn durch einen der unter 1—4 gerügten Fehler die Luft in demselben nicht ungehindert und ununterbrochen mit der Aussenluft kommuniziren kann.

Ueber die hygienische Bedeutung ausströmender Kanalgase siehe S. 509.

IX. Aborte.

Aborte.

§ 455. Jeder Abort muss ein zu öffnendes in's Freie führendes Fenster besitzen; das Abfallrohr muss über das Dach verlängert sein und oben offen münden. Bei guter Wasserspülung und Wasserverschluss mag unter Umständen eine Ventilation vom Stiegenhaus aus genügen.

Ohne Spülung.

Besitzt das Klosett keine Spülung, so ist ein Abschluss des Abfallrohres jedes Abtrittsitzes gegen das Hauptrohr durch einen Siphon nicht thunlich, da der Siphoninhalt (Koth und Harn) die Luft so gut wie etwaige eindringende Kanalgase verpesten würde. Vielmehr hat man durch steiles Einmündenlassen der Seitenabfallrohre in das Hauptrohr den Abfluss der Fäkalien zu begünstigen und ein Austreten der Kanalgase entweder durch eine Klappe, die den Sitztrichter für gewöhnlich abschliesst oder besser daneben durch Erwärmung oder Entlüftung des Hauptabfallrohres zu verhindern. Enge Fallrohre verstopfen sich leicht und gefrieren im Winter ausserdem manchmal ein.

Erwärmung der Abfallrohre.

Die Erwärmung des Abfallrohres erfolgt am billigsten durch seine Lage neben dem Küchenschornstein. Auch wird wohl ein Zweig aus dem Abfallrohre in den oberen oder unteren Theil dieser Schornsteine, resp. in ein neben diesen aufgeführtes Dunstrohr geleitet. Eine Ventilation des Klosettraumes ist, wenn keine Wasserverschlüsse vorhanden sind, sehr gefährlich; sind die Kanalgase wärmer wie die Aussenluft, so treten sie eben in den Abortraum aus und natürlich um so leichter, je bequemer sie durch das offene Fenster entweichen können. Dagegen erschwert ein dichter Anschluss des Fallrohres an die Abfuhrtonne oder die Grube sehr wesentlich ein Ausströmen von Kanalgasen (v. Pettenkofer).

Ausströmen von Kanalgasen.

§ 456. Ob Kanalgase ausströmen, kann man mit einer Benzoëlunte erkennen; das Anemometer (Seite 127) gestattet, in die Oeffnung des Abtritttrichters gehalten, eine quantitative Ermittelung der Luftbewegung nach Seite 129. Bei Wasserklosetts sind einfache U-förmige Siphons gegen die Kanalgase wirksam; die Güte der Spülvorrichtung kontrollirt ein Versuch. Die Dichtigkeit der Abfallrohre kann man öfters nur prüfen, wenn die sie verhüllende Holzverkleidung entfernt ist. Die Dichtigkeit einer Tonne ergiebt die Inspektion des Tonnenraums; schwierig ist es, die Dichtigkeit von Abtrittsgruben zu konstatiren. Absolut dicht sind auf die Dauer selbst gut cementirte Gruben nicht; je seltener eine Grube von mässigem Umfang voll wird und geleert werden

Dichtigkeit von Tonne und Grube.

muss, um so bedenklicher ist sie. Untersuchungen des Erdreichs in der Umgebung der Grube auf NaCl u. dgl. kann ein bestimmteres Urtheil erlauben. Versitzgruben für Fäkalien sind absolut unzulässig.

Der häufig entsetzliche Geruch scheinbar gut konstruirter Wasserklosetts wird verständlich, wenn man die meist leicht zu entfernende Holzverkleidung der Abtrittsschüssel wegnimmt. Es zeigen sich dann Undichtigkeiten, Schmutzwasserinfiltrationen der ungelüfteten Winkel zwischen Sitz und Verschalung. Mehrfach konnte ich auch bloss eine schlechte Verbindung der Wasserleitung mit der Spülvorrichtung als Ursache von Modergerüchen konstatiren; ein Schlauch verband beide, der mit einem von Grünspahn zerfressenen Messingdraht befestigt gewesen war und jetzt ein Ausrinnen von Wasser bei jeder Spülung gestattete. Ursache von üblem Geruch.

Ueber die Konstruktion der Haus- und Strassenkanäle kann ich mich nicht verbreiten; sie sind auf ihre Dichtigkeit resp. Undurchlässigkeit nur durch Freilegen namentlich der Erdschicht unter dem Kanal und chemische Untersuchung derselben (nach Seite 180), auf genügendes Gefälle namentlich durch Kontrolle der in ihnen nach längerer Zeit angehäuften Sinkstoffe zu prüfen. Haus- und Strassenkanäle.

Zu einem Gutachten über eine ganze Kanalisationsanlage ist vor allem neben technischem Wissen und praktischer Erfahrung die genaueste Kenntniss der lokalen Verhältnisse, Regenmenge, ob Bäche zur Spülung vorhanden u. s. f., nothwendig, besondere weitere Untersuchungsmethoden kommen kaum in Anwendung.

Wesentlich ist auch hier wieder, dass die Querschnittsverhältnisse richtig gewählt werden, stets kleinere Kanäle in grössere und nicht umgekehrt einmünden, wie letzteres bei älteren Anlagen nicht selten der Fall ist.

Die Gesundheitsgefährlichkeit von Kanalgasen wird in England ausserordentlich gross taxirt; es sollen in zahlreichen Fällen namentlich Typhuserkrankungen auf Einathmen von Kanalgasen zurückzuführen sein. In Deutschland vertritt namentlich Uffelmann, wenn auch maassvoll, den englischen Standpunkt, während Pettenkofer, Soyka, Renk bestreiten, dass bisher die Giftigkeit von Kanalgasen durch Erkrankung von Bewohnern kanalisirter Häuser nachgewiesen sei. Gesundheitsschädlichkeit der Kanalgase.

Gewiss wird ein vorsichtiger Hygieniker unbedingt die Möglichkeit einer direkten Schädlichkeit gewisser Fäulnissgase zugeben, obwohl bisher keine giftigen speziell bekannt sind. Enthält ja doch die Litteratur sogar ziemlich viele Angaben von Erkrankungen durch Einathmen von Blumenduft (vergl. Chevallier fils, Annal. d'hygiène 1865 p. 293) und Vallin berichtet von Fällen, die er als eine Intoxikation durch die Verwendung faulen stinkenden Kleisters zum Tapetenaufkleben oder durch Tünchen mit faulender Leimfarbe auffasst (Annal. d'hyg. 1880. p. 50). Doch wird uns stets eine Typhusinfektion[1]) auf diese Weise unverständlich erscheinen, da die Kanalluft stets pilzarm oder pilzfrei ist und andererseits die Kanalarbeiter nirgends besonders von Infektionskrankheiten leiden. Die Luft gut gespülter Kanäle ist kaum übelriechend und sehr viel reiner als man gewöhnlich annimmt vergl. Soyka (Litteratur).

Entschieden bedenklicher sind undichte Kanäle, Versitzgruben u. dergl., die eine Imprägnirung des Bodens mit Nährstoffen für Mikroorganismen veranlassen.

Litteratur.

Ein zusammenfassendes Werk über Bauhygiene existirt zur Zeit in deutscher Sprache wenigstens nicht. Seit längerer Zeit wird erwartet:

---

[1]) In Dejektionen halten sich nach Uffelmann (Cent. f. Bakt. V. S. 530) Typhusbacillen mindestens 5 1/2 Monat bei 17°; Cholerabacillen waren nach 24h meist schon vermindert, nach 48h oft, stets nach 3 bis 4 Tagen vernichtet. Letzteres fand auch Kitasato, dagegen haben Gruber nach 15, Karlinski noch nach 25 Tagen in Cholerastühlen Cholerabacillen entdeckt.

Emmerich, Die Wohnung. Band des Handbuches der Hygiene, herausgegeben von v. Pettenkofer und v. Ziemssen. Eine annähernde Orientirung über die reiche Litteratur des Gebietes ist im Rahmen dieses Buches nicht zu geben, es sei hierfür verwiesen auf:
Putzeys, E. und F. L'hygiène dans la construction des habitations privées.
Uffelmann: Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen auf dem Gebiete der Hygiene. Seit 1882.
Der Gesundheitsingenieur. Zeitschrift für die Versorgung der Gebäude mit Wasser und Luft, Wärme und Licht. Seit 1877. Herausgegeben von K. Hartmann in Berlin und M. Gruber. Wien. Sehr inhaltreich, eine Menge Illustrationen.
Berichte über die Versammlungen des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege. Seit 1874. Fast alljährlich werden wichtige Themata aus der praktischen Wohnungshygiene erörtert. Ferner auch die Handbücher der Hygiene von Rubner und Uffelmann.

Einige wichtigere Arbeiten seien genannt:
Feichtinger. Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien. Braunschweig 1886.
Lang. Ueber die Porosität einiger Baumaterialien. Zeitschr. f. Biol. Bd. 11.
Lang, C. Ueber das hygroskopische Verhalten von Baumaterialien. Z. f. Biol. 1880.
Lehmann, K. B. und Nussbaum, Ch. Studien über Kalkmörtel und Mauerfeuchtigkeit. Arch. f. Hyg. IX.
Emmerich, R. Die Verunreinigungen der Zwischendecken etc. Zeitschr. f. Biol. Bd. 18.
Nussbaum, Ch. Hygienische Forderungen an die Zwischendecken der Wohnhäuser. Arch. f. Hyg. V. (Auch vielerlei über Fussböden.)
Fischer, F. Chemische Technologie der Beleuchtungsmaterialien. Braunschweig 1887.
Erismann, F. Untersuchungen über die Verunreinigungen der Luft durch künstliche Beleuchtung etc. Z. f. Biol. 1876.
Cramer, E. Die Verbrennungswärme der gebräuchlichsten Beleuchtungsmaterialien und über die Luftverunreinigung durch die Beleuchtung. Arch. f. Hyg. X.
v. Pettenkofer. Ueber Gasbeleuchtung und elektrische Beleuchtung vom hygienischen Standpunkte aus. München. med. Wochenschrift 1890 Nr. 7 u. 8.
v. Pettenkofer. Beleuchtung des kgl. Residenztheaters in München mit Gas und mit elektrischem Licht. Arch. f. Hyg. I.
Renk, F. Die elektrische Beleuchtung des kgl. Hof- und Nationaltheaters in München nebst Bemerkungen über den „Glanz“ des elektrischen Glühlichtes. Arch. f. Hyg. III.
Schiller, H. Ueber Wassergas. Zeit. f. Hyg. IV.
Sudakoff: Ueber die Bewegung des Leuchtgases im Boden in der Richtung geheizter Räume. Arch. f. Hyg. V.
Reinhard, H. Die Heiz- und Beleuchtungseinrichtungen in den Schulen Sachsens. Arch. f. Hyg. I.
Bentzen, G. E. Untersuchung über die Ventilation der zwei Hörsäle im hygienischen Institut in München. Zeitschr. f. Biol. 1882.
Voit, Ernst und Forster, J. Studien über die Heizung in den Schulhäusern Münchens. Zeitschr. f. Biol. 1877.
Forster. Zusammenhang der Luft in Wohnung und Boden. Zeitschr. f. Biol. 1875.
Renk. Die Ventilations-, Beleuchtungs- und Beheizungsanlage im kgl. Odeon in München. Bayer. Indust. u. Gewerbeblatt 1887.
Betke. Untersuchungen über Kellerluft und Kellerwohnungen. Deutsche Vierteljahresschrift f. öffentl. Gesundheitspflege. Bd. 21. 1889.
v. Pettenkofer. Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. München 1880.
Renk. Die Kanalgase, deren hyg. Bedeutung und technische Behandlung. München 1882.
Soyka. Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände. München 1880.
Soyka. Untersuchungen zur Kanalisation. Zeitschr. f. Biol. 1881, 1882.
Erismann. Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch Abtrittsgruben etc. Zeitschr. f. Biol. 1875.

XVIII. Abschnitt.

Die Gebrauchsgegenstände.

§ 457. Als Gebrauchsgegenstände bezeichnet man herkömmlicher Weise alle diejenigen Stoffe, die im Haushalt eine gewisse Rolle spielen, sei es, dass sie zu den Nahrungsmitteln (Kochgeschirre, Einwickelmaterial), oder zur Wohnung (Tapeten, Vorhänge, Lampenschirme) und Kleidung (Stoffe, Papierwäsche, Blumen) in gewisser Beziehung stehen, oder dass sie sonstwie im täglichen Gebrauche mit dem Menschen in nähere oder fernere Berührung kommen (Visitenkarten, Spielwaren, Geheimmittel, Toiletteartikel etc.). Definition von Gebrauchsgegenständen.

Die Hygiene hat diese Gegenstände auf eine sehr grosse Zahl von gesundheitsschädlichen, anorganischen und organischen Stoffen (namentlich giftigen Metallsalzen und giftigen Farben) zu untersuchen; es erschien daher zweckmässig alles das, was in den früheren Abschnitten über den Nachweis und die Beurtheilung solcher Stoffe hätte gesagt werden müssen, auf diese Stelle zu versparen und den Abschnitt zu einer gedrängten Chemie der toxikologisch wichtigsten Stoffe, resp. einer Toxikologie der wichtigsten Stoffe des Haushaltes zu erweitern. Erweiterung der Aufgabe.

Hierbei musste, wenn der Rahmen des Buches nicht überschritten werden sollte, eine strenge Beschränkung auf die Aufgaben eintreten, deren Lösung auch der weniger Geübte mit Erfolg versuchen kann und auf die Stoffe, denen mit Recht oder Unrecht heute eine besondere hygienische Bedeutung zugeschrieben wird. Zweckmässig betrachten wir die Untersuchung und Beurtheilung der anorganischen und organischen Stoffe gesondert.

§ 458. Als Einleitung mögen die beiden deutschen einschlägigen Gesetze mitgetheilt sein, die auf sorgfältigen Erwägungen der Anforderungen der Hygiene wie der Technik beruhen und als glückliche Kompromisse bezeichnet werden können. Deutsche Reichsgesetze.

Gesetz, betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen.
Vom 25. Juni 1887. Gesetz über den Verkehr mit blei- u. zinkhaltigen Gegenständen.

§ 1. Ess-, Trink- und Kochgeschirre, sowie Flüssigkeitsmaasse dürfen nicht:

1. ganz oder theilweise aus Blei oder einer in 100 Gewichtstheilen mehr als 10 Gewichtstheile Blei enthaltenden Metalllegirung hergestellt;

2. an der Innenseite mit einer in 100 Gewichtstheilen mehr als einen Gewichtstheil Blei enthaltenden Metalllegirung verzinnt oder mit einer in 100 Gewichtstheilen mehr als 10 Gewichtstheile Blei enthaltenden Metalllegirung gelöthet;
3. mit Email oder Glasur versehen sein, welche bei halbstündigem Kochen mit einem in 100 Gewichtstheilen 4 Gewichtstheile Essigsäure enthaltenden Essig an den letzteren Blei abgeben.

Auf Geschirr- und Flüssigkeitsmaasse aus bleifreiem Britanniametall findet die Vorschrift in Ziffer 2 betreff des Lothes nicht Anwendung.

Zur Herstellung von Druckvorrichtungen zum Ausschank von Bier, sowie von Siphons für kohlensäurehaltige Getränke und von Metalltheilen für Kindersaugflaschen dürfen nur Metalllegirungen verwendet werden, welche in 100 Gewichtstheilen nicht mehr als einen Gewichtstheil Blei enthalten.

§ 2. Zur Herstellung von Mundstücken für Saugflaschen, Saugringen und Warzenhütchen darf blei- oder zinkhaltiger Kautschuk nicht verwendet sein.

Zur Herstellung von Trinkbechern und von Spielwaren, mit Ausnahme der massiven Bälle darf bleihaltiger Kautschuk nicht verwendet sein.

Zu Leitungen für Bier, Wein oder Essig dürfen bleihaltige Kautschukschläuche nicht verwendet werden.

§ 3. Geschirre und Gefässe zur Verfertigung von Getränken und Fruchtsäften dürfen in denjenigen Theilen, welche bei dem bestimmungsmässigen oder vorauszusehenden Gebrauche mit dem Inhalt in unmittelbarer Berührung kommen, nicht den Vorschriften des § 1 zuwider hergestellt sein.

Konservenbüchsen müssen auf der Innenseite den Bedingungen des § 1 entsprechend hergestellt sein.

Zur Aufbewahrung von Getränken dürfen Gefässe nicht verwendet sein, in welchen sich Rückstände von bleihaltigem Schrote befinden. Zur Packung von Schnupf- und Kautabak, sowie Käse dürfen Metallfolien nicht verwendet sein, welche in 100 Gewichtstheilen mehr als einen Gewichtstheil Blei enthalten.

Die weiteren Paragraphen bringen Strafandrohungen u. dergl. Das Gesetz trat am 1. Oktober 1888 in Kraft.

Gesetz, betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen.

Vom 5. Juli 1887.

Gesetz über gesundheitsschädliche Farben.

§ 1. 1. Gesundheitsschädliche Farben dürfen zur Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln, welche zum Verkauf bestimmt sind, nicht verwendet werden.

2. Gesundheitsschädliche Farben im Sinne dieser Bestimmung sind diejenigen Farbstoffe und Farbzubereitungen, welche Antimon, Arsen, Baryum, Blei, Kadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Uran, Zink, Zinn, Gummigutti, Korallin, Pikrinsäure enthalten. Der Reichskanzler ist ermächtigt, nähere Vorschriften über das bei der Feststellung des Vorhandenseins von Arsen und Zinn anzuwendende Verfahren zu erlassen.

§ 2. 1. Zur Aufbewahrung oder Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln, welche zum Verkauf bestimmt sind, dürfen Gefässe, Umhüllungen oder Schutzbedeckungen, zu deren Herstellung Farben der im § 1 Absatz 2 bezeichneten Art verwendet sind, nicht benutzt werden.

2. Auf die Verwendung von schwefelsaurem Baryum (Schwerspath, blanc fixe), Barytfarblacken, welche von kohlensaurem Baryum frei sind, Chromoxyd, Kupfer, Zinn, Zink und deren Legirungen als Metallfarben, Zinnober, Zinnoxyd, Schwefelzinn als Musivgold, sowie alle auf Glasmassen, Glasuren oder Emails eingebrannte Farben und auf den äusseren Anstrich von Gefässen aus wasserdichten Stoffen findet diese Bestimmung nicht Anwendung.

§ 3. Zur Herstellung von kosmetischen Mitteln (Mitteln zur Reinigung, Pflege oder Färbung der Haut, des Haares oder der Mundhöhle), welche zum Verkauf bestimmt sind, dürfen die im § 1 Absatz 2 bezeichneten Stoffe nicht verwendet werden.

Auf schwefelsaures Baryum (Schwerspath, blanc fixe), Schwefelkadmium, Chromoxyd, Zinnober, Zinkoxyd, Zinnoxyd, Schwefelzink, sowie auf Kupfer, Zinn, Zink und deren Legirungen in Form von Puder findet diese Bestimmung nicht Anwendung.

§ 4. 1. Zur Herstellung von zum Verkauf bestimmten Spielwaren (einschliesslich der Bilderbogen, Bilderbücher und Tuschfarben für Kinder) Blumentopfgittern und künstlichen Christbäumen dürfen die in § 1 Absatz 2 bezeichneten Farben nicht verwendet werden.

2. Auf die in § 2 Absatz 2 bezeichneten Stoffe, sowie auf Schwefelantimon und Schwefelkadmium als Färbemittel der Gummimasse, Bleioxyd in Firniss, Bleiweiss als Bestandtheil des sogenannten Wachsgusses, jedoch nur, sofern dasselbe nicht ein Gewichtstheil in 100 Gewichtstheilen der Masse übersteigt, chromsaures Blei (für sich oder in Verbindung mit schwefelsaurem Blei) als Oel- oder Lackfarbe oder mit Lack- oder Firnissüberzug, die in Wasser unlöslichen Zinkverbindungen, bei Gummispielwaren jedoch nur, soweit sie als Färbemittel der Gummimasse, als Oel- oder Lackfarben, oder mit Lack- oder Firnissüberzug verwendet werden, alle in Glasuren oder Emails eingebrannten Farben findet diese Bestimmung nicht Anwendung. Soweit zur Herstellung von Spielwaren die in den §§ 7 und 8 bezeichneten Gegenstände verwendet werden, finden auf letztere lediglich die Vorschriften der §§ 7 und 8 Anwendung.

§ 5. Zur Herstellung von Buch- und Steindruck auf den in den §§ 2, 3 und 4 bezeichneten Gegenständen dürfen nur solche Farben nicht verwendet werden, welche Arsen enthalten.

§ 6. Tuschfarben jeder Art dürfen, als frei von gesundheitsschädlichen Stoffen bezw. giftfrei nicht verkauft oder feilgehalten werden, wenn sie den Vorschriften im § 4 Absatz 1 und 2 nicht entsprechen.

§ 7. Zur Herstellung von zum Verkauf bestimmten Tapeten, Möbelstoffen, Teppichen, Stoffen zu Vorhängen oder Bekleidungsgegenständen, Masken, Kerzen, sowie künstlichen Blättern, Blumen und Früchten dürfen Farben, welche Arsen enthalten, nicht verwendet werden. Auf die Verwendung arsenhaltiger Beizen und Fixirungsmittel zum Zweck des Färbens oder Bedruckens von Gespinnsten oder Geweben findet diese Bestimmung nicht Anwendung. Doch dürfen derartig bearbeitete Gespinnste oder Gewebe zur Herstellung der im Absatz 1 bezeichneten Gegenstände nicht verwendet werden, wenn sie das Arsen in wasserlöslicher Form oder in solcher Menge enthalten, dass sich in 100 qcm des fertigen Gegenstandes mehr als 2 mg Arsen vorfinden. Der Reichskanzler ist ermächtigt, nähere Vorschriften über das bei der Feststellung des Arsengehaltes anzuwendende Verfahren zu erlassen.

§ 8. Die Vorschriften des § 7 finden auch auf die Herstellung von zum Verkauf bestimmten Schreibmaterialien, Lampen- und Lichtschirmen, sowie Lichtmanschetten Anwendung. Die Herstellung der Oblaten unterliegt den Bestimmungen in § 1, jedoch, sofern sie nicht zum Genusse bestimmt sind, mit der Massgabe, dass die Verwendung von schwefelsaurem Baryum (Schwerspath, blanc fixe), Chromoxyd und Zinnober gestattet ist.

§ 9. Arsenhaltige Wasser- oder Leimfarben dürfen zur Herstellung des Anstrichs von Fussböden, Decken, Wänden, Thüren, Fenstern der Wohn- oder Geschäftsräume, von Roll-, Zug- und Klappläden oder Vorhängen, von Möbeln und sonstigen häuslichen Gebrauchsgegenständen nicht verwendet werden.

§ 10. Auf die Verwendung von Farben, welche die im § 1 Absatz 2 bezeichneten Stoffe nicht als konstituirende Bestandtheile, sondern nur als Vereinigungen, und zwar höchstens in einer Menge enthalten, welche sich bei den in der Technik gebräuchlichen Darstellungsverfahren nicht vermeiden lässt, finden die Bestimmungen der §§ 2 bis 9 nicht Anwendung.

§§ 11—15 enthalten Strafandrohungen. Das Gesetz trat am 1. Mai 1888 in Kraft.

Grenzwerthe der bayer. freien Vereinigung.

§ 459. Während das Reichsgesetz nur bei Arsen einen Grenzwerth für die Zulässigkeit angiebt, hatten Prior und R. Kayser folgende Grenzwerthe für andere Elemente aufgestellt, wobei sie den Verhältnissen der Praxis möglichst

Rechnung zu tragen suchten. Die bayerischen Chemiker hatten diese Zahlen adoptirt, das Reichsgesetz glaubte besser zu thun, der Erfahrung der Sachverständigen zu vertrauen, als ihnen durch Grenzzahlen die Freiheit des Urtheils zu beschränken. Mir scheinen diese Grenzzahlen aber zur Orientirung für den weniger Erfahrenen ganz zweckmässig, da sie den hygienischen Anforderungen recht wohl entsprechen.

Es sollen gestattet sein als Verunreinigung in 100 g von den gestatteten Farben folgende Mengen von den verbotenen:

a) Antimon, Arsen, Blei, Kupfer, Chrom zusammen oder von jedem 0,2 g.

b) Baryum, Kobalt, Nickel, Uran[1]), Zinn, Zink zusammen oder von jedem 1,0 g.

Im Allgemeinen sind nach Prior zum Färben von 100 qcm bemalten Holzes oder 600 qcm Buntpapier oder Tapete 1 g Deckfarbe nöthig.

Endlich plädirten die bayerischen Chemiker in den grünen, gemischten Farben (Zinkgrün Seite 540) für Buntpapiere, künstliche Blumen, Tapeten bis zu 12 % Zinkchromat und in Farblacken bis 3 % Baryumkarbonat zu gestatten. — Für Antimon in Gespinnsten und Geweben stellten sie die gleichen strengen Anforderungen auf, wie es das Reichsgesetz für Arsen thut.

Anorgan. Stoffe.

I. Anorganische Stoffe.

A. Untersuchung auf anorganische Stoffe[2]).

1. Gewinnung des Untersuchungsmateriales und Ueberführung desselben in eine zur Analyse geeignete Form.

Gewinnung des Untersuchungsmaterials.

§ 460. Da die im Folgenden zu beschreibenden Arbeiten meist nicht nur zu qualitativen sondern zu quantitativen Resultaten führen sollen, wird oft von einer gewogenen Menge Material auszugehen und bei den Arbeiten jeder Verlust zu vermeiden sein. Das Material muss eine sehr verschiedene Behandlung durchmachen, um zur Analyse geeignet zu werden.

1. aus metallischen Gegenständen.

1. Metallische Gefässe, Metallbeschläge, Metallfolien zum Einwickeln etc.[3]). Man wiegt $^1/_2$—1 g der in Form feiner Spähne mit Feder-

[1]) Uran wäre nach Kobert in seiner Giftigkeit dem Arsen gleich zu setzen also unter Gruppe a) einzureihen.

[2]) Alles Gesagte bezieht sich nicht auf elementaren gelben Phosphor. Um denselben nachzuweisen, destillirt man in einem Apparate der der Fig. 84 ähnlich ist, nur stellt man den Kühler senkrecht. In den im Wasserbade stehenden Kolben a kommt eine dünnbreiige Verreibung des fraglichen Untersuchungsobjektes in Wasser mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert; aus dem Kolben b leitet man einen kräftigen Dampfstrom durch a und den Kühler. Wo sich der Wasserdampf im Kühler kondensirt zeigt sich, wenn man den Raum verdunkelt ein prachtvoll phosphorescirender Ring. Schon kleine Bruchtheile eines Milligramms geben die Reaktion. Das Destillat in d giebt nur, wenn freier Phosphor vorhanden war Phosphorsäurereaktion, auf die nach Seite 214 zu prüfen ist.

[3]) Zur Prüfung der Stärke einer Versilberung, Vernickelung legt man ein abgemessenes Stück des Metalls in verdünnte Salpetersäure, bis erneuerte Säure nichts mehr von dem gesuchten Metall aufnimmt, und verfährt dann nach dem methodischen Gang Seite 517 u. folg.

messer, Scheere oder Glasfeile abgelösten Substanz und löst durch Kochen in verdünnter Salpetersäure, der man, wenn ein weisses Pulver ungelöst bleibt (Metazinnsäure $Sn O_3 H_2$), Salzsäure zufügen kann. Man kann aber auch direkt die Metazinnsäure auf einem Filter zur Analyse sammeln (Seite 528).

Die erhaltene Lösung dampft man möglichst ein zur Verjagung überschüssiger Säure, und verdünnt dann wieder mit Wasser. Sie wird untersucht auf Kupfer, Zink und Blei, ev. auf Eisen, Nickel.

2. Emaillirte oder glasirte Gefässe werden mit 4 proz. Essigsäure nahezu gefüllt und der Inhalt eine halbe Stunde lang gekocht; die Flüssigkeit wird alsdann in einer Schale mit bleifreier Glasur konzentrirt, wenn nöthig filtrirt und in dieselbe Schwefelwasserstoff eingeleitet. 2. aus emaillirten und glasirten Geschirren.

Meist wird nur auf Bleigehalt geprüft, es ist also nach Seite 520 nachzuweisen, dass ein entstandener Niederschlag aus Schwefelblei besteht. — Filsinger giebt an, in fast allen Emaillen durch 6—8 Stunden langes Digeriren mit 1 proz. Salzsäure eine zinnhaltige Lösung erhalten zu haben (Nachweis nach Seite 525).

3. Bei der Untersuchung von Wasser dampft man einfach nach S. 226 1 bis mehrere Liter unter Zusatz von ein wenig Salpetersäure auf etwa 200 cbm ab. Nur bei Wasser, das reich an organischen Substanzen ist, wäre ein Veraschen ev. unter Zusatz von etwas Salpeter nothwendig. 3. aus Wasser.

§ 461. 4. Sind die aufzusuchenden anorganischen Stoffe mit sehr reichlichen organischen Körpern gemischt, z. B. in Kleiderstoffen, Papier, Tapeten, Spielwaren, Nahrungs- und Genussmitteln, so wird man vielfach schon mechanisch eine Trennung versuchen, z. B. Farbüberzüge direkt von einer gemessenen Oberfläche abkratzen und sich so die Mitverarbeitung der organischen Substanz wenigstens zum grössten Theile sparen können. — Im weiteren geschieht dann die Trennung von organischer und anorganischer Substanz: 4. aus organischen Substanzen.

a) durch Anfertigung von Auszügen mit Wasser, Säuren, Alkalien, was aber vorwiegend nur zum Zwecke einer Vorprüfung auf bestimmte Substanzen empfehlenswerth ist und vom Anfänger namentlich dann unterlassen werden sollte, wenn nicht reichliches Material vorliegt. Doch ist gerade für die Beurtheilung oft sehr wichtig zu wissen, ob die Elemente in löslichen oder unlöslichen Verbindungen anwesend sind, z. B. ist bei der Untersuchung von Gespinnsten auf Antimon und Arsen nie die Prüfung zu unterlassen, ob die Stoffe in wässrige Lösung übergehen, ebenso bei der Untersuchung auf Baryum, nie ob das vorhandene Salz in Wasser und Salzsäure löslich oder unlöslich ist. a) Anfertigung von Auszügen.

Der Geübtere wird allerdings durch zweckmässige Auswahl und Kombination der Lösungsmittel die umständlicheren Wege b und c häufig umgehen können.

b) durch Zerstörung der organischen Substanz. b) Zerstörung der organischen Substanz.

1. Man verbrennt nach den Grundsätzen von Seite 251 in einer Porzellanschale die Substanz zu Asche. Dabei entweicht aber Antimon und Arsen 1. durch Veraschung.

mindestens theilweise und auch Kupfer, Quecksilber und Zink können sich zum Theil bei Anwesenheit von viel Chlornatrium durch Uebergang in Chloride verflüchtigen. Um letzteres zu vermeiden, wird eine Befeuchtung der getrockneten organischen Substanz mit konzentrirter Schwefelsäure vor dem Einäschern empfohlen, die Sulfate von Kupfer und Zink wenigstens sind nicht flüchtig. Sicherer wird es immer sein, die Methoden 2 und 3 anzuwenden.

2. durch Schmolzen mit Salpeter.

2. Man trägt die getrocknete und gepulverte oder mindestens fein zerschnittene organische Substanz (1—10 g) langsam in kleinen Portionen in einen geräumigen Porzellantiegel ein, der schmelzenden Salpeter in Ueberschuss (d. h. soviel, dass die Schmelze stets hellfarbig bleibt) enthält. Die Methode ist z. B. für Gummiwaren sehr empfehlenswerth, und überhaupt anwendbar für alle Schwermetalle ausser Quecksilber. Auch Arsen verflüchtigt sich nicht. Kupferoxyd scheidet sich zuweilen als graue Trübung ab — fast alle andern Substanzen werden in Verbindungen übergeführt, die in Wasser löslich sind. Unlösliche Reste sind: Bleisulfat, Silikate, Baryumsulfat ev. Chlorsilber u. dergl

3. mit Chlor.

3. Nach Fresenius und v. Babo zerstört man die organische Substanz durch Chlorgas im statu nascendi. Verwendbar zur Bestimmung aller Metalle sowohl wie für Arsen, Antimon u. s. f. Die Methode findet namentlich für Nahrungsmittel, Thierorgane, Leichentheile Anwendung. Auch vorher zu Syrupskonsistenz (mit Sodazusatz) eingedampfte Flüssigkeiten (Bier, Wein) lassen sich so verarbeiten; stets muss jeder Alkoholgehalt sorgfältig entfernt sein. Man rührt die Substanz möglichst gut zerkleinert mit viel reiner (arsenfreier) Salzsäure (Seite 522) zu einem dicken Brei an, dem man ca. 3 g Kaliumchlorat zusetzt, bringt sie in einen gräumigen Kolben, den man mit einem doppeltdurchbohrten Gummistöpsel verschliesst. Durch die eine Bohrung geht ein kurz abgeschnittenes Trichterrohr mit Hahn, gefüllt mit gesättigter Kaliumchloratlösung, durch die andere ein langes, im Kolben kurz abgeschnittenes Steigrohr. Man lässt erst den Kolben ca. 1^h bei Zimmertemperatur stehen und erwärmt ihn hierauf auf einem Asbestteller anfangs sehr vorsichtig, später dreister, und lässt dabei nach einiger Zeit durch Oeffnen des Hahnes die Kaliumchloratlösung tropfenweise einfallen.

Die Chlorentwickelung soll stetig aber nicht so stark sein, dass das Gas über dem Flüssigkeitsspiegel eine deutlich gelbgrüne Farbe zeigt. Nach einiger Zeit kann es nöthig werden, mehrmals etwas Salzsäure zuzugeben, endlich ist aber die Flüssigkeit klar gelb bis gelbbraun und es schwimmen nur noch Fett und Fettderivate und einige wenige unveränderte Mineralbestandtheile darin. Nachdem man den Hahntrichter durch ein langes Knierohr ersetzt hat, verdrängt man das aufgelöste Chlor durch gewaschene Kohlensäure und filtrirt die nicht mehr nach Chlor riechende Flüssigkeit.

Filterrückstand bei der Chlorirung.

Auf dem Filter, dessen Inhalt einigemale mit Wasser ausgekocht wird, bleibt neben Fett und ev. Cellulose zurück: Baryumsulfat und Bleisulfat (weiss), Zinnober (roth), Chromoxyd (grün), Chlorsilber weiss am Lichte violett werdend. Von diesen Stoffen interessiren uns Chromoxyd und Zinnober, die in unlöslichem Zustand im Ausgangsmaterial vorhanden waren, hygienisch gar nicht; dagegen können Bleisulfat, Baryumsulfat und Silberchlorid aus löslichen Verbindungen erst während der Zerstörung der organischen Substanzen gebildet sein. Aus dem Schwefel der Eiweisskörper und Sulfide kann dabei Schwefelsäure entstehen. — Bleisulfat ist nach Seite 520, Baryumsulfat und Silikate nach Seite 371, Silberchlorid nach Seite 520 zu erkennen.

2. Systematische Trennung und Nachweis der wichtigsten Elemente.

§ 462. Die wässerige Lösung der Salpeterschmelze, ebenso die Lösung durch Chlor und Salzsäure enthält mit den wenigen auf Seite 516 angeführten Ausnahmen, in denen sich unlösliche Verbindungen abscheiden, vollständig die hygienisch wichtigen Elemente: Toxikolog. interessante Elemente.

Arsen	Chrom	Uran
Antimon	Kobalt	Wismuth
Baryum	Kupfer	Zink
Blei	Nickel	Zinn.
Kadmium	Quecksilber	

Nicht fehlen darf in unseren Betrachtungen Silber und Eisen; Silber, weil es in verschiedenen Legirungen noch mehr aber als Ueberzug minderwerthiger Metalle leicht in unsere Analyse kommt, letzteres, weil es fast in jedem zu analysirenden Körper vorhanden ist; Mangan, ein Bestandtheil vieler Pflanzenarten, muss auch erwähnt werden.

Es soll nun zuerst ein kurzer methodischer Gang[1]) zur Aufsuchung und Trennung der einzelnen oben aufgezählten Elemente gegeben werden, ein Gang, den namentlich der Anfänger stets durchmachen muss, wenn es sich nicht allein um den Nachweis eines bestimmten Elementes handelt, in letzterem Falle bietet das Kapitel 3 (S. 520) oft wesentliche Vereinfachung. Die Trennung nach den Angaben der Schemata ist eine quantitativ genaue; für den Fall, dass eine quantitative Bestimmung beabsichtigt ist, kann man die isolirten Stoffe nach Kapitel 4 (S. 527) in die Form überführen, die hierzu geeignet ist.

Schema I.

§ 463. Enthält die Lösung noch keine Salzsäure, so wird etwas davon zugefügt, wodurch **Silber** als AgCl ausfällt (vergl. Seite 520); durch kochendes Wasser kann man dem abfiltrirten Chlorsilber etwa mitgefälltes Chlorblei entziehen; den bleihaltigen Auszug mischt man dem Filtrat bei. Eine Fällung von Quecksilber als Chlorür ist nicht zu befürchten, da ja durch die Vorbehandlung mit Chlor keine Oxydulsalze vorhanden sind. (Einfache Veraschung und Schmelzen mit Salpeter ist nach S. 515 und 516 für Quecksilber unzulässig.) Schema I.

Schema II.

§ 464. In die salzsaure Lösung leitet man ½—4ʰ lang einen kräftigen Strom arsenfreien Schwefelwasserstoffs (Seite 522) aus einem Kipp'schen Apparat unter mehrfachem Umschütteln ein. Statt eines Kipp'schen Apparates ist auch für kürzere Versuche ein einfacher Kolben mit doppelt durchbohrtem Kork brauchbar, durch den ein langes Steigrohr in die Flüssigkeit taucht und der ausserdem ein kurzes Gasentbindungsrohr trägt. Hält man die Fällung für beendet, so lässt man den Fällungskolben einige Zeit verschlossen stehen und prüft, ob sein Inhalt dann noch stark nach Schwefelwasserstoff riecht; ist der Geruch verschwunden, so muss man weiter einleiten. Schema II.

1) Für die folgenden Schemata, sowie die „Speziellen Reaktionen“ ist das zweckmässige Werkchen von Arnold: Kurze Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. 3. Auflage. Hannover 1890, vielfach (stellenweise wörtlich) zu Grunde gelegt worden.

Es fallen aus und sind nach dem Abfiltriren und Auswaschen mit heissem destillirtem Wasser weiter zu trennen, die Sulfide von Arsen, Antimon, Zinn, Quecksilber, Blei, Silber, Wismuth, Kupfer, Kadmium; die vereinigten Filtrate und Waschwasser werden nach Schema III weiter untersucht.

Man bringt das Filter mit dem Schwefelwasserstoffniederschlag in eine Schale mit erwärmtem gelbem Schwefelammonium, filtrirt dasselbe nach einigen Minuten ab, wiederholt den Auszug nochmals und vereinigt schliesslich die Schwefelammoniumauszüge.

A. Die Schwefelammoniumlösung enthält Arsen, Antimon, Zinn und Spuren von Kupfer in der Form von Sulfosalzen (z. B. Ammoniumsulfoarseniat $AsS_4(NH_4)_3$).

Sie wird zur Trockne verdampft, der Trockenrückstand nochmals mit kleinen Portionen vorsichtig zugesetzter rauchender Salpetersäure zur Trockne gebracht, bis er hellgelb gefärbt ist und neu aufgegossene Säure keine rothen Dämpfe mehr erzeugt. Jetzt setzt man einige Tropfen reine Natronlauge zu, verreibt mit einem trockenen Gemenge von Natriumkarbonat und Natriumnitrat (1 : 2) und schmilzt das gut ausgetrocknete Salzgemisch langsam (Meyer'sche Schmelze) [1].

Die Schmelze wird in Wasser gelöst resp. suspendirt, Kohlensäure eingeleitet und vom ungelösten (Pyroantimonsaures Natron und Zinnoxyd) abfiltrirt. Das Filtrat enthält alles **Arsen** als arsensaures Natron (AsO_4Na_3) (zum weiteren Nachweis vergl. S. 522) [2]. Die unlöslichen Zinn- und Antimonverbindungen trocknet man auf dem Filter, verascht im Porzellantiegel und schmilzt die Asche mit Cyankalium. Dabei werden die Metalle regulinisch erhalten (Reduktion) und können gewogen werden. In wenig Salzsäure löst sich das **Zinn** [3], der aus metallischem **Antimon** [4] bestehende Rückstand löst sich auf Zusatz von etwas Kaliumchlorat in Salzsäure zu Antimonchlorid und kann mit Schwefelwasserstoff als orangerothes Antimonsulfid gefällt werden (vergl. 525).

B. In Schwefelammonium unlöslich sind die Sulfide von Quecksilber, Blei, Kupfer, Silber, Wismuth, Kadmium; sie werden mit ²/₃ konzentrirter Salpetersäure + ¹/₃ Wasser gekocht.

a) Es bleibt ungelöst: schwarz = **Quecksilber**sulfid HgS. Löslich in Königswasser, vergl. S. 520 [5].
gelblichgraue Flocken = Schwefel. Verbrennt am Platindraht unter Geruch nach SO_2.
weisses Pulver = **Bleisulfat** $PbSO_4$. Löslich in bas. weinsaurem Ammoniak (Seite 520)¹).

b) Es wird gelöst und abfiltrirt: Blei, Silber, Wismuth, Kupfer, Kadmium.

Man macht die Lösung durch Ammoniak alkalisch und, ohne einen hierbei event. entstehenden Niederschlag zu beachten, hierauf mit einem Ueberschuss verdünnter Schwefelsäure stark sauer:

<table>
<tr>
<td rowspan="3">1. Niederschlag weiss pulverig, Bleisulfat ($PbSO_4$) [6]. (Seite 520.)¹)</td>
<td colspan="2">2. Das Filtrat wird mit Salzsäure versetzt.
Niederschlag weissflockig, Silberchlorid [7]. Am Lichte dunkel werdend. In Ammoniak löslich, durch Salpetersäure wieder gefällt. Reaktionen Seite 520.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">3. Das Filtrat wird mit Ammoniak alkalisch gemacht.</td>
</tr>
<tr>
<td>4. Niederschlag weiss, Wismuthhydroxyd [8]. Die Auflösung desselben in wenig Wasser trübt sich auf Salzsäurezusatz S. 521.</td>
<td>5. Blaufärbung des Filtrats beweist Kupfer (Reaktionen S. 521). Hat man Grund auf Kadmium zu prüfen (bei der Untersuchung gelber Farben), so leitet man, wenn kein Kupfer da ist, direkt Schwefelwasserstoff ein, es fällt gelbes Kadmiumsulfid [9]. Ist Kupfer da, so hindert man die Fällung desselben durch Zusatz von Cyankalium bis zum Verschwinden der blauen Farbe (Bildung von Kaliumcuprocyanid [CuCN, KCN]). Nach dem Fällen und Abfiltriren des Kadmiums fällt man dann das Kupfer mit Natronlauge [10].</td>
</tr>
</table>

¹) Die Lösungen des Bleies in bas. weinsaurem Ammoniak werden vereinigt und nach Seite 520 weiter verarbeitet.

Schema III.

Das Filtrat vom Schwefelwasserstoffniederschlag wird mit reichlichem Ammoniak und Salmiaklösung, hierauf mit gelbem Schwefelammonium versetzt. Schema III.

Der abfiltrirte Niederschlag kann enthalten:

Als Sulfide	Als Hydroxyde	Als Phosphate [1]) (wenn die ursprüngliche Substanz Phosphorsäure enthielt)
Kobalt, Nickel, Eisen, Uran (schwarz)	Aluminium (weiss)	Baryum (Calcium) (weiss).
Mangan (fleischroth)	Chrom (gelb)	
Zink (weiss)		

Zur Trennung bringt man das noch feuchte, mit Schwefelammonium ausgewaschene Filter mit dem Niederschlag in eine kalte Mischung von 1 Vol. konzentrirter Salzsäure mit 5 Vol. Wasser.

A. Es lösen sich als Chloride: Chrom, Eisen, Aluminium, Mangan, Zink, Baryum (Calcium), daneben geht Phosphorsäure, wenn vorhanden, in Lösung. Man kocht das Filtrat zum Verjagen des Schwefelwasserstoffs und filtrirt von Schwefelflocken ab. Man macht nun 2 Vorprüfungen je mit einem kleinen aliquoten Theil der gemessenen Flüssigkeit

1. auf Chrom durch Abdampfen und Schmelzen mit Soda und Salpeter nach Seite 516. Bei etwas reichlichem Chromgehalt ist schon (S. 517) der Farbenwechsel durch Einleiten des Schwefelwasserstoffes aufgefallen: Gelb geht in grün über;
2. auf Phosphorsäure. Unter Zusatz von etwas konzentrirter Salpetersäure mit molybdänsaurem Ammon nach Seite 214.

Ist Chrom vorhanden, so wird es folgendermassen abgeschieden: Man versetzt mit Bromwasser (Destill. Wasser, in dem Brom aufgelöst ist) bis zur stark braunen Farbe, übersättigt mit Natriumkarbonat, erwärmt gelinde und filtrirt, wenn die Flüssigkeit rein gelb (nicht mehr grün) geworden ist, ab. Das Filtrat enthält alles Chrom als Chromsäure, durch Erhitzen mit Alkohol und Salzsäure reduzirt man sie zu Chromchlorid und fällt nach Seite 526 mit Ammoniak graugrünes **Chrom**oxydhydrat $Cr_2(OH)_6$ [11].

Ist kein Chrom vorhanden oder hat man den Natriumkarbonatniederschlag nach Abscheidung des Chroms in konz. Salpetersäure gelöst, so wird jetzt die **Phosphorsäure** abgeschieden. Man kocht hierzu mit überschüssigem reinstem Zinn, es entsteht ein Niederschlag, der grösstentheils aus Zinnphosphat $[Sn_3(PO_4)_4]$ und Zinnoxydhydrat $[Sn(OH)_2]$ neben wenig mitausgeschiedenem Eisenphosphat und Aluminiumphosphat besteht. Den ausgewaschenen Niederschlag befreit man durch 2stündiges Erwärmen mit Schwefelammonium von Zinn (als Zinnsulfid) und Phosphorsäure (als Ammoniumphosphat); ungelöst bleiben die mitgefällten Mengen Eisensulfür und Thonerdehydrat, die nach Lösung in Salpetersäure mit dem Filtrat vom Zinnniederschlag vereinigt werden [12].

Ist nun auch die Phosphorsäure entfernt, so versetzt man mit überschüssigem Ammoniak und Salmiak.

1. Der Niederschlag besteht aus Eisenoxydhydrat und Aluminiumhydrat. Es wird rasch abfiltrirt [13]. Zur Trennung von Eisen und Thonerde löst man in wenig Salzsäure und fällt **Eisen**oxydhydrat $Fe_2(OH)_6$ mit Natronlaugeüberschuss durch Kochen [14]; das Filtrat säuert man mit Salzsäure an und fällt die Thonerde, indem man mit einem Ammoniaküberschuss versetzt und kocht, bis die Flüssigkeit nicht mehr nach Ammoniak riecht, als **Aluminium**oxydhydrat $Al_2(OH)_6$ [15].

2. Das Filtrat enthält Zink und Mangan, Man säuert mit Essigsäure an und leitet Schwefelwasserstoff ein. Weisser Niederschlag, Schwefel**zink** ZnS [16].

3. Das Filtrat von 2. mit Ammoniak und Schwefelammonium versetzt, liefert einen je nach der Menge und Reinheit gelblichen, fleischfarbenen oder grünlichen Niederschlag von Schwefel**mangan** [17]. Im Filtrat kann, wenn ursprünglich Phosphorsäure vorhanden war, sich Baryum [18] finden, was bei der Untersuchung im Auge zu behalten ist. Reaktionen siehe Seite 530.

[1]) Selten fehlend in thierischen oder pflanzlichen Nahrungs- und Genussmitteln.

B. Ein schwarzer ungelöster Rückstand besteht aus Nickel und Kobalt.

Qualitativer Nachweis. Man löst in wenig Königswasser, verdampft fast bis zur Trockne, und theilt in 2 Theile. Die eine Hälfte versetzt man mit Cyankalium bis sich der entstandene Niederschlag wieder löst, hieraus erhitzt man zum Sieden, fügt überschüssige Natronlauge und Bromwasser hinzu. Beim Erwärmen fällt bei Nickelanwesenheit schwarzes Nickeloxyd (Ni_2O_3) [19]. Die andere Hälfte kocht man mit einem Stückchen Aetzkali: Blaufärbung bedeutet **Kobalt** [20].

Zur quantitativen Trennung und Bestimmung vergleiche Seite 529.

3. Spezielle Reaktionen der hygienisch wichtigen Elemente.

1. Silber.

Silber.

§ 465. 1. Salzsäure fällt in allen Säuren unlösliches flockiges weisses Chlorsilber (AgCl), das durch Lichtwirkung braun bis violett wird (Abscheidung von metallischem Silber) und sich leicht in Ammoniak und Cyankalium auflöst.

2. Kaliumchromat fällt bei neutraler Reaktion braunrothes Silberchromat (Ag_2CrO_4).

3. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium fällen schwarzes in heisser Salpetersäure lösliches Schwefelsilber (AgS).

2. Quecksilber.

Quecksilber.

§ 466. 1. Auf Kupfer oder Messingblech (Messingwolle) scheidet sich (selbst bei Anwesenheit mancher organischer Substanzen z. B. im Harn) in neutraler oder schwach saurer Lösung beim Schütteln oder längeren Stehenlassen ein grauweisser Quecksilberbelag ab, der beim Reiben silberglänzend wird und schon beim schwachen Erhitzen verschwindet. Man erwärmt die Messingwolle, nachdem man sie mit Wasser und Alkohol abgespült und getrocknet in einem schwerschmelzbaren Röhrchen und beobachtet das Sublimiren des Quecksilbers. Die Reaktion wird nicht gestört durch gleichzeitige Anwesenheit von Eisen, Blei, Zink, Antimon, Arsen; Silber giebt auch einen grauen aber nicht flüchtigen Belag. Eine Spur Joddampf färbt den grauen Beschlag rothgelb (vergl. S. 156).

2. Jodkalium fällt aus Oxydsalzen zinnoberrothes Quecksilberjodid (HgJ_2), aus Oxydulsalzen grüngelbes Quecksilberjodür (HgJ_2), beide löslich in Jodkaliumüberschuss.

3. Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium fällen Quecksilberoxydsalze erst weisslich, dann gelblich, endlich schwarz. Das entstandene HgS ist in Salzsäure und Salpetersäure unlöslich, leicht löslich in Königswasser. — In Quecksilberoxydulsalzen entsteht durch Schwefelwasserstoff sofort eine Fällung von schwarzem HgS, die metallisches Quecksilber feinvertheilt einschliesst, letzteres ist in Salpetersäure leicht löslich. Gelbes Schwefelammonium verwandelt vollkommen in schwarzes HgS.

3. Blei.

Blei.

§ 467. 1. Schwefelsäure fällt (vollständig nur bei Alkoholzusatz) weisses Bleisulfat ($PbSO_4$), das in Wasser und Säuren unlöslich, in Kalilauge und basisch weinsaurem Ammoniak löslich ist (letzteres zum Unterschied von Baryumsulfat).

2. Salzsäure fällt weisses Chlorblei ($PbCl_2$) aber nur aus konzentrirten Lösungen — in viel namentlich warmem Wasser löst es sich leicht. (AgCl ist unlöslich). In Ammoniak ist es unlöslich.

3. **Kaliumchromat** fällt aus neutraler, essigsaurer oder schwach salpetersaurer Lösung gelbes Bleichromat ($PbCrO_4$); durch Kalilauge bildet sich daraus rothes basisches Chromat ($PbO + PbCrO_4$); in mehr Kalilauge löst es sich namentlich beim Erwärmen.

4. **Jodkalium** fällt gelbes Jodblei (PbJ_2).

5. **Schwefelwasserstoff** oder **Schwefelammonium** fällen schwarzes Schwefelblei (PbS); bei Anwesenheit von viel freier Salzsäure fällt zuerst rothes ($PbCl_2 + PbS$), das erst allmählich ganz in PbS übergeht. Schwefelblei löst sich in verdünnter heisser Salpetersäure zu $Pb(NO_3)_2$, bei Verwendung sehr konzentrirter Salpetersäure bildet sich daneben etwas unlösliches Bleisulfat (siehe 1).

4. Kupfer.

§ 468. 1. Ueberschüssige Ammoniakflüssigkeit färbt eine Kupferlösung blau, nachdem zuweilen zuerst ein grünblauer Niederschlag (basisches Salz) entstand. — Kali- und Natronlauge fällen blaues Kupferoxydhydrat [$Cu(OH)_2$], das beim Kochen in schwarzes Kupferoxyd (CuO) übergeht und in NH_3 löslich ist. Kupfer.

2. Noch aus einer sehr verdünnten sauren Kupferlösung schlägt sich auf blankes Eisen (Messerklinge, Nadel) ein rother Kupferüberzug nieder. (Wird gestört durch Anwesenheit von Silber, Quecksilber und Antimon, nicht durch Eisen, Blei, Zinn, Zink, Arsen.)

3. Ferrocyankalium schlägt rothbraunes Ferrocyankupfer nieder ($Cu_2FeC_6N_6$), das in verdünnten Säuren unlöslich ist; noch sehr geringe Mengen verrathen sich durch rothbraune Färbung.

4. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium fällt bei saurer oder alkalischer Reaktion schwarzes Schwefelkupfer, leicht löslich in heisser Salpetersäure.

5. Kadmium.

§ 469. Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium fällen gelbes Schwefelkadmium, das im Gegensatz zu den beiden andern gelben Sulfiden (As_2S_3 und Sn_2S_3) in Schwefelammonium **unlöslich** ist, leicht löslich in heisser Salpetersäure. Kadmium.

6. Wismuth.

§ 470. 1. Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium fällen braunschwarzes Schwefelwismuth (Bi_2S_3) leicht löslich in heisser Salpetersäure. Wismuth.

2. Eine Auflösung von Zinnchlorür in Natronlauge fällt schwarzes Wismuthoxydul (BiO).

3. Alle Auflösungen von Wismuthverbindungen, welche einen nicht zu grossen Ueberschuss von freier Säure enthalten, werden durch grösseren Zusatz von Wasser zerlegt, indem sich weisses basisches Salz niederschlägt (z. B. $BiCl_3 + H_2O = BiOCl + 2HCl$).

Weinsäure hindert die Fällung durch Wasser nicht (Unterschied von Antimon). Ueberschüssige Kali- oder Natronlauge macht durch Wasser getrübte Wismuthlösungen nicht wieder klar; es entsteht $Bi(OH)_3$ Wismuthhydroxyd (Unterschied von Zinnoxydulsalzen).

4. Kaliumchromat fällt gelbes Wismuthchromat, leicht löslich in verdünnter Salpetersäure — unlöslich in Kalilauge (Unterschied von Bleichromat).

7. Arsen.

Arsen.

§ 471. Die Unterscheidung der arsenigen Säure (As_2O_3) und der Arsensäure (As_2O_5) ist für die Hygiene ohne Bedeutung, da letztere, wenn auch langsamer, doch qualitativ gleich wie erstere wirkt. Wir begnügen uns deshalb überhaupt Arsen nachzuweisen.

Bei der Feinheit der angewendeten Arsenproben sind stets „blinde" Versuche zur Kontrolle der als „arsenfrei" gekauften Reagentien (Zink, Säuren etc.) vorauszuschicken [1]), d. h. es sind alle Proben erst dann als gültig anzusehen, wenn sie nicht auch mit den Reagentien allein gelingen.

Gewinnung des Materials

Als Material zum Arsennachweis nimmt man entweder abgeschabte Farbe, oder abgedampfte filtrirte Auszüge mit konzentrirtem Ammoniak (Gutzeit-Flückiger). Dragendorff empfiehlt zuerst die fein zerkleinerte Substanz in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade mit Salpetersäure (Gewicht 1,4) zur Trockne zu dampfen, dann dieselbe in einen Kochkolben zu bringen und mit verdünnter Schwefelsäure 2^h auf dem Wasserbad zu extrahiren. Auf 100 qcm Tapete oder 200 qcm Stoff wird zuerst 50 cbcm Salpetersäure dann ebensoviel Schwefelsäure verwendet. Am genauesten ist es natürlich, den Schwefelwasser-Niederschlag von der Fresenius-Babo'schen Digerirung nach seiner Oxydation (Meyer'sche Schmelze, S. 518) zu benützen.

Vorproben.

Zu Vorprüfungen genügt es, bei nennenswerthem Arsengehalt meist Tapeten, Zeugstoffe etc. direkt zu verwenden.

1. nach dem Prinzip von Marsh.

1. Man bringt die zu untersuchende Substanz (Gewebe, Tapete, Farbe) in ein Reagenzglas, übergiesst mit verdünnter Schwefelsäure, wirft ein erbsengrosses Stückchen arsenfreies Zink hinein, verstöpselt mit einem durchbohrten Gummipfropf, in dem ein ausgezogenes Glasröhrchen steckt und zündet den mit Arsenwasserstoff gemischten Wasserstoff an, sobald man sicher ist, dass alle Luft verdrängt ist. Ueber die Flamme bewegt man einen oder mehrere kalte Porzellan-Tiegeldeckel langsam hin, es scheiden sich dann schwärzliche oder bräunliche Flecke („Spiegel") ab, die man weiter untersucht (S. 524). Noch $^1/_{100}$ mg wird erkannt.

2. nach Gutzeit.

2. Gutzeit's Reaktion. Man bringt in ein geräumiges Reagenzglas 3 cbcm Salzsäure und 6 cbcm Wasser vermischt mit wenig Jodjodkaliumlösung bis zur Gelbfärbung, fügt etwas Zink zu, schiebt rasch einen Baumwollpfropf in den oberen Röhrenabschnitt und deckt ein Stückchen weisses Fliesspapier über die Mündung, das man mit einem Tropfen konzentrirter Silbernitratlösung (1 Silbernitrat + 2 Wasser) befeuchtet. Alsbald tritt ein citronengelber Fleck ($Ag_3As + 3\,AgNO_3$) auf mit bräunlichem Rande, der auf Befeuchten mit Wasser sofort schwarz wird (Abscheidung von Silber). Die Reaktion (Näheres S. 524) wird unter Ausschluss des direkten Sonnenlichtes vorgenommen; bei

[1]) Der Mediziner wird obige Reagentien kaum selbst von Arsen zu befreien gezwungen sein (das Nähere hierüber siehe bei Baumert), dieselben sind jetzt hinreichend rein käuflich — aber prüfen muss er sie natürlich immer. Ebenso ist jetzt Schwefelbaryum zur Herstellung arsenfreien Schwefelwasserstoffs käuflich.

sehr geringem Arsengehalt, d. h., sowie die Reaktion nicht sofort eintritt, stellt man das Röhrchen in einen geschlossenen Schrank, aus dem man es alle 5 bis 10 Minuten zur Beobachtung herausnimmt. Bei einem blinden Versuch darf nach $^1/_2$ Stunde keine Gelbfärbung auftreten. — $^1/_{100}$ mg Arsen wird sehr deutlich, $^1/_{1000}$ mg nach einiger Zeit noch deutlich erkannt. Gleichzeitig mag man auf den Knoblauchgeruch achten.

3. Etwas weniger (für hygienische Zwecke vollkommen genügend) empfindlich aber unbeeinflusst von Licht und Wasser ist eine analoge Reaktion, bei der man Sublimatlösung (1 auf 20) statt Silberlösung verwendet, aber sonst ganz gleich verfährt. Gelb, dann Braunfärbung zeigt Arsen an. 3. mit Sublimat.

4. Bettendorf'sche Reaktion. Man löst die verdächtige Masse in konz. Salzsäure und setzt ein Blättchen reinsten Zinn's zu. Bei Anwesenheit von Arsen tritt Braunfärbung oder Ausscheidung brauner Flocken auf, die aus zinnhaltigem Arsen bestehen. Die Methode ist auch zur Prüfung der „arsenfreie“ Salzsäure viel empfohlen. Statt Zinn wendet man häufiger eine breiige Lösung von Zinnchlorür in konzent. Salzsäure an, die noch mit gewaschenem Salzsäuregas gesättigt und durch Asbest filtrirt wurde (Bettendorf's Reagenz). 4. nach Bettendorf.

Die Hauptmethode für den exakten qualitativen Nachweis bildet heute noch immer die Marsh'sche, die deshalb kurz beschrieben sein soll. Den Apparat veranschaulicht Fig. 126. Hauptmethode des qualitativen Nachweises nach Marsh.

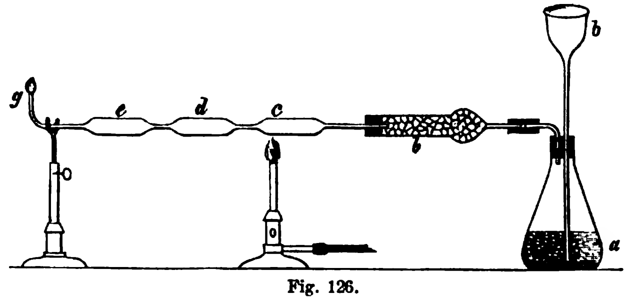


Fig. 126.
Marsh's Apparat.

In den Entwickelungskolben taucht ein offenes Trichterrohr, b ist ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr zum Zurückhalten von Wasser, die Röhre c d e ist aus schwer schmelzbarem Kaliglas von etwa 7 mm lichter Weite dadurch hergestellt, dass sie an einigen Stellen bis auf ca. 1—$1^1/_2$ mm Weite ausgezogen ist. In den Kolben a bringt man ca. 10 g arsenfreies Zink und 10 bis 15 proz. reine Salz- oder Schwefelsäure, sodass sich ein langsamer Wasserstoffstrom entwickelt [1]). Man wartet $^1/_2$ Stunde bis alle Luft ausgetrieben ist und erhitzt dann 1 Stunde lang, während man einen schwachen Gasstrom unterhält, an einer, ev. nachher an einer zweiten Stelle unmittelbar vor der Verengerung des Glasrohres (Fig. 126). Ist Arsen vorhanden, so scheidet sich dasselbe in den verengerten Theilen als bräunlicher, schwärzlicher oder schwarzer Anflug aus.

1) Der Strom ist um so langsamer je reiner das Zink, beschleunigen kann man ihn, wenn man das Zink vor dem Versuche platinirt. Hierzu bedeckt man die Zinkstückchen mit verdünnter Schwefelsäure und fügt ein paar Tropfen Platinchlorid zu. Sowie die Gasentwickelung stürmisch wird, entfernt man das Zink aus der Flüssigkeit, wäscht es aus und trocknet es.

Sind die Reagentien arsenfrei befunden, so entleert man den Kolben grösstentheils, giebt event. frisches Zink zu und lässt, nachdem abermals alle Luft ausgetrieben ist (ca. nach $^1/_4{}^h$), die zu prüfende Substanz in Salzsäure gelöst, langsam und portionenweise durch die Trichterröhre zufliessen [1]).

Man sucht wie im Vorversuche einige Arsenabscheidungen (Spiegel) zu erhalten, wozu bei nicht ganz minimalem Arsengehalt sehr wenig Zeit ausreicht — dann zündet man den entweichenden Gasstrom bei g (Fig. 126) an und hält einige kalte Porzellantiegeldeckel nach einander in die bei Anwesenheit von grösseren Arsenmengen bläulichweiss gefärbte Flamme, wobei sich abermals Arsenspiegel bilden. Schliesslich kann man das Flämmchen auslöschen und das Gas durch eine mit Salpetersäure schwach angesäuerte Silbernitratlösung leiten, dieselbe trübt sich durch Ausscheidung von Silber und giebt nach dem Filtriren bei tropfenweisem Ammoniakzusatz Gelbfärbung.

Bedingungen zum Gelingen der Marsh'schen Reaktion sind: Langsame gleichmässige Gasentwickelung, Abwesenheit von oxydirenden Substanzen, Schwermetallsalzen und Schwefelwasserstoff liefernden Körpern.

§ 472. Obwohl man durch Anfertigung der Meyer'schen Schmelze (Seite 518) in jedem wichtigen Falle eigentlich von vorn herein die Möglichkeit einer Verwechselung der Arsenspiegel mit den ähnlichen Antimonspiegeln ausgeschlossen hat, da kein Antimon in die Lösung übergeht, so prüft man doch jedesmal nach folgender Uebersicht auf die wichtigsten Antimonreaktionen.

Unterscheidung von Arsen und Antimon.

Unterscheidung von Antimon und Arsen mit Hilfe des Marsh'schen Apparats.

Arsen.	Antimon.
AsH_3 riecht stark nach Knoblauch.	SbH_3 ist geruchlos.
AsH_3 verbrennt mit bläulichweisser Flamme.	SbH_3 färbt die Flamme grünlichweiss.
AsH_3 wird von salpetersaurer Silbernitratlösung absorbirt, wobei Silber schwärzlich ausfällt, die entstehende arsenige Säure aber gelöst bleibt:	SbH_3 wird von salpetersaurem Silbernitrat absorbirt, wobei das entstehende Antimonsilber unlöslich ausfällt (schwarz)
$AsH_3 + 6\,AgNO_3 + 3\,H_2O = 6\,Ag + 6\,NO_3H + AsH_3O_3$	$SbH_3 + 3\,AgNO_3 = Ag_3Sb + 3\,NO_3H$
Erst beim Neutralisiren des Filtrats mit Ammoniak fällt gelbes Ag_3AsO_3.	Der Niederschlag in Weinsäure gelöst, liefert mit H_2S orangerothes Antimonsulfür.
Arsenspiegel: Sitz nur hinter der Erhitzungsstelle. Glänzend braun-schwarz oder braun, im Wasserstoffstrom erhitzt leicht flüchtig, Knoblauchgeruch.	Antimonspiegel: Sitz theilweise schon vor der Erhitzungsstelle. Sammtartig schwarz, im Wasserstoffstrom erhitzt schwer flüchtig, geruchlos.
In Natriumhypochlorit [2]) farblos löslich.	Unverändert durch Natriumhypochlorit.

1) Dragendorff empfiehlt die 50 cbcm arsenhalige Macerationsflüssigkeit auf einmal zuzusetzen und sofort nach dem Umschütteln des Kolbens genau 10 Min. lang die Stelle vor der ersten Verengerung des Reduktionsrohres zu erhitzen. Vergl. S. 536.

2) Natriumhypochlorit wird erhalten durch Zerreiben von Chlorkalk mit Sodalösung und Filtration der schwach alkalischen Flüssigkeit.

Mit etwas Joddampf in Berührung geht der Spiegel allmählich in gelb-braunes Arsenjodür über, das sich beim Anhauchen entfärbt. Bringt man nachher einen Tropfen starkes Schwefelwasserstoffwasser auf die Stelle, so entsteht gelbes Schwefelarsen.

Ebenso behandelt entsteht rothbraunes Antimonjodür, das sich beim Anhauchen nicht entfärbt und durch einen Tropfen starkes Schwefelwasserstoffwasser in orangerothes Schwefelantimon verwandelt.

8. Antimon.

§ 473. 1. Viel Wasser scheidet aus Antimonsalzlösungen weisses basisches Salz aus. Weinsäure löst den Niederschlag resp. verhindert die Fällung durch Wasser (Unterschied von Wismuth). Antimon.

2. Ist keine freie Salpetersäure vorhanden, so kann man das Antimon in salzsaurer Lösung in der Höhlung eines Platindeckels durch metallisches Zink als braunen oder schwarzen Beschlag auf dem Platin ausscheiden. Der Fleck ist in Salzsäure unlöslich, in Salpetersäure leicht löslich.

3. Schwefelwasserstoff fällt orangerothes Antimonsulfür (Sb_2S_3) resp. Antimonsulfid (Sb_2S_5), löslich in Schwefelammonium.

4. Am besten weist man es im Marsh'schen Apparat ganz wie Arsen nach, von dem man es nach S. 518 getrennt hat. Unterscheidung von Arsen siehe Seite 521.

9. Zinn.

§ 474. 1. Salpetersäure scheidet in der Hitze weisse Metazinnsäure ab (H_2SnO_3), die beim Glühen in Zinnoxyd SnO_2 übergeht. Zinn.

2. Metallisches Zink fällt Zinn aus salzsäurehaltiger Lösung, das sich ausscheidende schwarze Zinn haftet aber nicht an Platin wie Antimon.

3. Bringt man Zinnsalze in einer Phosphorsalzperle suspendirt und mit Kobaltsolution (Kobaltnitratlösung) befeuchtet in die Oxydationsflamme des Bunsenbrenners, so färbt sich beim Glühen die Schmelze blaugrün. (Vergl. Kobalt.)

4. Schwefelwasserstoff fällt aus den Oxydulsalzen braun-schwarzes Zinnsulfür ($Sn\,S$), aus den Oxydsalzen gelbes Zinnsulfid ($Sn\,S_2$), beide löslich in Schwefelammonium ebenso in heisser konz. Salzsäure.

10. Eisen.

§ 475. 1. Oxydulsalze färben sich mit Ferridcyankalium und Salzsäure tiefblau (Turnbull's Blau, $Fe_3(FeC_6N_6)_2$), nicht mit Rhodankalium. Eisen.

2. Oxydsalze färben sich mit Ferrocyankalium und Salzsäure tiefblau [Berliner Blau $Fe_4(FeC_6N_6)_3$]; Rhodankalium färbt blutroth [Bildung von $Fe_2(CNS)_6$].

3. Natriumacetat färbt dunkelroth unter Bildung von Ferriacetat; beim Kochen mit Natriumacetatüberschuss fällt alles Eisen als basisches Eisenacetat $Fe_2\,(O\,H)_4\,(C_2\,H_3\,O_2)_2 + 4\,C_2\,H_4\,O_2$.

4. Eisenoxydulsalze und Eisenoxydsalze werden durch Schwefelammonium schwarz gefällt, nicht durch Schwefelwasserstoff in saurer Lösung.

11. Kobalt[1]).

Kobalt.

§ 476. Sehr kleine Mengen von Kobaltsalzen färben eine in einer Platinöse geschmolzene Menge Phosphorsalz oder Borax (sogenannte Perle) prächtig blau.

2. Kobaltsalze mit überschüssigem Cyankalium und etwas gelbem Schwefelammonium versetzt färben sich blutroth. Weitere Reaktionen in Schema III unter [20].

12. Nickel[1]).

Nickel.

§ 477. Kali und Natronlauge fällen hellgrünes Nickeloxydulhydrat $Ni(OH)_2$, im Ueberschuss des kochenden Fällungsmittels unlöslich.

Keine charakteristische Färbung der Boraxperle. Weitere Reaktionen im Schema III unter [19].

13. Chrom.

Chrom.

§ 478. 1. Chromoxydsalze werden durch Ammoniak beim Kochen vollständig gefällt, der Niederschlag [Chromoxydhydrat $Cr_2(OH)_6$] ist graugrün; die überstehende Flüssigkeit anfangs erst grün oder rothviolett, mit Vollendung der Fällung wird sie farblos.

2. Schmilzt man Chromoxydverbindungen mit Kaliumnitrat und Soda so entsteht Kaliumchromat K_2CrO_4 in Wasser gelb löslich. Bleiacetat fällt daraus gelbes $PbCrO_4$ (Vergl. S. 520). Durch Kochen mit Salzsäure und Alkohol wird eine grüne Lösung von Chromchlorid (Cr_2Cl_6) gebildet, nach 1. fällbar.

3. Zum Nachweis von Spuren Chromsäure engt man dieselbe möglichst ein und lässt sie in eine verdünnte angesäuerte (Schwefelsäure) Lösung von Wasserstoffhyperoxyd fallen, auf der eine dünne Schicht Aether schwimmt. Die entstehende Blaufärbung der unteren Schicht geht bei schwachem Schütteln an den Aether über (vergl. Seite 150).

14. Zink.

Zink.

§ 479. 1. Zinksalze mit Kobaltnitratlösung befeuchtet auf Holzkohle geglüht, geben ungeschmolzene, schön grün gefärbte Massen. (Rinmann's Grün.)

2. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium fällen wohl in essigsaurer, neutraler und alkalischer, aber nicht in salzsaurer Lösung weisses Zinksulfid (Zn S).

15. Mangan.

Mangan.

§ 480. 1. Mit Soda und etwas Salpeter auf dem Platinblech zerschmolzen entsteht eine blaugrüne Masse (Mangansaures Kali Na_2MnO_4).

2. Erhitzt man Mennige mit überschüssiger Salpetersäure und fügt eine Spur Mangansalz oder die auf Mangan zu prüfende (salmiakfreie!) Flüssigkeit hinzu, so nimmt die Flüssigkeit durch Bildung von Uebermangansäure eine intensiv purpurrothe Färbung an, die nach Absetzen der überschüssigen Mennige erst ganz deutlich hervortritt.

3. Schwefelammonium fällt wasserhaltiges gelblichweisses, bei grösseren Mengen fleischrothes Mangansulfür (Mn S), beim Trocknen braun werdend. Zuweilen geht der fleischrothe Niederschlag schon in der Kälte, rascher beim Kochen, in grünes wasserfreies Mangansulfür über.

---

[1]) Bei der Trennung von Nickel und Kobalt Seite 529 sind ebenfalls eine Reihe Reaktionen dieser Metalle erwähnt.

4. Die quantitative Bestimmung der wichtigsten Elemente.

Quantitative Bestimmung der wichtigsten Elemente.

a) Allgemeine Methoden.

§ 481. 1. Elektrolytische Abscheidung als Metall. Aus verdünnter salpetersaurer Lösung scheidet sich, wenn man einen mässig starken galvanischen Strom durch dieselbe leitet, an der positiven Platinelektrode Silber und Kupfer als Metall, an der negativen Bleihyperoxyd in einer Form aus, die nach dem Trocknen direktes Wiegen gestattet. Auch Quecksilber, Zink, Nickel u. a. Metalle sind so bestimmbar, doch sind die Methoden, die immerhin eine spezielle Einrichtung voraussetzen, weder so nothwendig noch so verbreitet bei hygienischen Arbeiten, dass ich sie hier eingehend abhandeln dürfte. Vergl.: Elektrolytische Abscheidung.

Classen, A. Quantitative chemische Analyse durch Elektrolyse. 2. Auflage. Berlin 1886.

2. Wiegen als Sulfür. Die von einer grossen Zahl von Metallen durch Fällung mit Schwefelwasserstoff zu erhaltenden Sulfide sind nicht zum Wiegen geeignet, da sie sich beim Trocknen theilweise oxydiren (eine Ausnahme macht Schwefelquecksilber). Um diesem Uebelstande abzuhelfen, erhitzt man sie, nachdem man die Schwefelwasserstoffniederschläge mit dem Filter bis zu völligem Verbrennen des letzteren in einem Berliner Porzellantiegel geglüht hat, in einem Rose'schen Tiegel mit pulverisirtem aschefreien Stangenschwefel (ca. 3—5 g) gemischt im Wasserstoffstrom. Ein Rose'scher Tiegel besteht aus unglasirtem Porzellan und besitzt einen Deckel, in dessen Durchbohrung ein Porzellanrohr passt. Nachdem man längere Zeit einen kräftigen Wasserstoffstrom (durch konzentrirte Schwefelsäure getrocknet) darüber geleitet hat, erhitzt man den Tiegel, wobei sich der Wasserstoff entzündet. Nach ca. 30 Minuten, wenn der Schwefel verbrannt ist, lässt man im Wasserstoffstrom erkalten und wiegt als Sulfür. Diese Methode eignet sich gut für Kupfer, Blei, Zink. Wiegen als Sulfür.

3. Man fällt durch Kochen mit Kalilauge oder Ammoniak die Hydroxyde oder Oxyde, filtrirt sie ab, trocknet und führt sie durch Glühen in Oxyde über. Das Verfahren ist gut z. B. für: Kupfer, Eisen, Nickel, Chrom. Wiegen als Oxyde.

4. Man reduzirt die Oxyde oder Sulfide durch Erhitzen im Wasserstoffstrom (Rose'scher Tiegel) zu gediegenen Metallen z. B. Silber, Kobalt und Nickel, Kupfer (vergl. S. 262). Wiegen als regulin. Metalle.

5. Die Mehrzahl der Metalle können, wenn sie nur in geringen Mengen vorhanden sind, annäherungsweise durch kolorimetrische Methoden bestimmt werden, indem man ihre empfindlichsten Farbenreaktionen zu Grunde legt. Vergl. z. B. Seite 225 eine kolorimetrische Bestimmung des Eisens. Kolorimetrisch.

b) Spezielle Methoden.

Spezielle Methoden.

Silber. Als Chlorsilber mit Salzsäure unter Umrühren gefällt, nach Absitzen im Dunkeln filtrirt, vom Filter abgelöst, geglüht, als $AgCl$ gewogen. Was noch am Filter haftet, wird nach Verbrennen des Filters in sehr wenig Salpetersäure gelöst, mit Salzsäure gefällt und durch Dekantiren ausgewaschen mit der Hauptmasse vereinigt, mit derselben im Porzellantiegel geschmolzen, als $AgCl$ gewogen. Silber.

Quecksilber.

Quecksilber. Als Quecksilbersulfid HgS, direkt wie es nach Schema II, [5] gewonnen wird, nachdem es durch weinsaures Ammoniak von Bleisulfat und nach dem Trocknen durch Schwefelkohlenstoff von etwa anhaftendem Schwefel befreit ist. Auf gewogenem Filter bei 100° getrocknet zu wiegen.

Blei.

Blei. 1. Sehr kleine Mengen kolorimetrisch als Bleisulfid. Man macht eine Lösung mit 0,165 g Bleinitrat in 1 Liter d. h. 0,1 mg Blei im cbcm als Vergleichslösung, giebt hiervon einen bis mehrere cbcm zu je 100 Wasser setzt 5 cbcm eisenfreie Natronlauge zu und 5 cbcm starkes Schwefelwasserstoffwasser. Das gleiche thut man mit der auf 100 cbcm gebrachten zu untersuchenden Bleilösung und vergleicht die braunschwarzen Farbentöne. Noch 0,01 mg in 100 cbcm sind bei Alkalizusatz durch bräunliche Farbe zu erkennen. Natürlich müssen die Filter eisenfrei sein.

2. Grössere Mengen nach § 481, 2 als Bleisulfür; oder

3. nach Auflösung des Bleisulfids in mässig konzent. Salpetersäure und Verjagung des grössten Theils derselben: Verdünnen mit Wasser und Filtriren durch Fällung mit Schwefelsäure unter Alkoholzusatz als Bleisulfat.

Kupfer.

Kupfer. 1. Sehr kleine Mengen kolorimetrisch als Ferrocyankupfer. Man stellt sich durch Auflösen von 1,971 g Kupfersulfat ($CuSO_4 + 5H_2$) in 1 Liter eine Lösung her, von der 1 cbcm = 0,5 mg Cu. Man versetzt 100 cbcm Wasser mit wechselnden Mengen davon und setzt hierzu wie zu der zu untersuchenden auf 100 cbcm gebrachten Lösung je 1 cbcm verdünnte Ferrocyankaliumlösung. Die Lösungen müssen so schwach sein, dass nur Färbungen, keine Niederschläge entstehen. Noch 0,1 mg in 100 cbcm werden gut angezeigt. — Grössere Mengen:

2. Elektrolytisch (Seite 527).

3. als Kupferoxyd (Seite 527), durch Kochen mit überschüssiger Kalilauge. Das abgeschiedene schwarze Kupferoxyd darf nicht mit dem Filter geglüht werden.

4. Als Kupfersulfat titrimetrich. Kupferhaltige Niederschläge löst man in Salpetersäure, bringt das Kupfernitrat, nachdem man reichlich festes Ammoniumsulfat zugesetzt hat zur Trockene und erhitzt nun weiter (Asbestteller) wobei sich Ammoniumnitrat verflüchtigt und Kupfersulfat bildet. Das Kupfersulfat wird in Wasser gelöst mit 10 cbcm farbloser gesättigter Jodkaliumlösung versetzt, wobei Jod frei wird und Kupferjodür entsteht. $CuSO_4 + 2KJ = CuJ + K_2SO_4 + J$.

Das freie Jod wird nach Seite 152 mit $^1/_{10}$ Normalnatriumhyposulfid titirt; so oft wir 1 cbcm davon verbrauchen sind 12,57 mg Jod = 6,3 mg Kupfer nachgewiesen. (Ich habe oft mit Vortheil nach dieser Methode (von de Haën) gearbeitet.)

Arsen.

Arsen[1]. 1. Man übersättigt das Filtrat von der Meyer'schen Schmelze (Seite 518) mit Ammoniak fügt Mangnesiamixtur zu, sammelt den in 24^h beim Stehen ohne Erwärmen ausgeschiedenen Niederschlag von Arsensaurer Ammoniakmagnesia auf ein sehr kleines Filter, wäscht mit dreifach verdünnter Ammoniakflüssigkeit aus, und verfährt ganz wie Seite 219 für die Behandlung der Phosphorsauren Ammoniakmagnesia angegeben. Das endlich durch Glühen erhaltene Pyroarsensaure Magnesium enhält 48,41% Arsen.

2. Mayrhofer hat kürzlich vorgeschlagen das Arsen in Arsenwasserstoff verwandelt in eine angesäuerte titrite Silbernitratlösung einzuleiten, und die Titerabnahme der letzteren zu bestimmen, die durch Ausfällen von metallischem Silber durch den Arsenwasserstoff bedingt wird. Die Titrirung geschieht nach Volhard mit Rhodankalium. Vergl. Bericht über die VII. Versammlung bayr. Chem. in Speyer 1888, S. 141.

Antimon.

Antimon. 1. Man wiegt das nach Seite 518 [4] enthaltene metallische Antimon.

2. Oder man fällt das metallische Antimon aus dem in Salzsäure unter Zusatz von etwas Kaliumchlorat gelösten Schwefelantimonniederschlag durch Einbringen von reinem metallischem Eisen (Blumendraht). Das schwärzlich abgeschiedene Metall wird auf einem gewogenen Filter gesammelt mit verdünnter Salzsäure und darauf mit Wasser gewaschen im Filter getrocknet und gewogen.

Zinn.

Zinn. Beim Auflösen von Legirungen in Salzsäure hinterbleibt Zinn, vollkommen unlöslich als weisse Metazinnsäure (SnO_3H_2). Abfiltrirt, geglüht, mit Salpetersäure befeuchtet, nochmals geglüht geht es in Zinnoxyd (SnO_2) über, als das es gewogen wird.

[1] Die deutsche offizielle Methode (siehe z. B. Baumert) wird ihrer Umständlichkeit wegen kaum ausgeführt.

Eisen. 1. Kleine Mengen kolorimetrisch nach Seite 225. Eisen.

2. Grössere Mengen werden als Eisenoxydhydrat nach Schema III [14] gefällt, im Porzellantiegel durch Glühen in Eisenoxyd verwandelt.

3. Bequem ist auch das titrimetrische Verfahren. Man kocht in einem Kölbchen das Eisenoxydhydrat ev. ohne Befreiung von Thonerde mit Zink und Schwefelsäure, wobei grünliches Eisenoxydulsulfat entsteht. Die Reduktion ist beendigt, wenn ein Tropfen der Lösung Rhodankalium nicht mehr deutlich röthet.

Jetzt löst man c. 1,5 g Kaliumpermanganat in 1 Liter und ermittelt den Titer durch eine frische Lösung von trockenem, gut krystallisirtem Ferroammoniumsulfat, von dem man 7,00 g in 1 Liter auflöst. Eine solche Lösung enthält im Liter genau 1 g Eisen als Oxydul; sie verbraucht ebensoviel Sauerstoff zur Oxydation, wie eine Lösung, die 1,125 g Oxalsäure im Liter enthält, deren man sich statt des Ferroammoniumsulfats bedienen kann. Wir versetzen 50 cbcm der Oxalsäure- oder Ferroammoniumsulfatlösung mit überschüssiger Schwefelsäure und geben nun (nachdem wir bei Verwendung von Oxalsäure zum Kochen erhitzt haben) Permanganatlösung zu bis bleibende Röthung eintritt — wir verbrauchen c. 46 cbcm.

Bei der Titrirung unserer reduzirten Eisenlösung, die wir nur vom Zink klar abgiessen, nicht abfiltriren und möglichst rasch ohne weiteres Erwärmen titriren, bedeutet der Verbrauch von je 46 cbcm Permanganatlösung 50 mg Eisen. Für sehr kleine Eisenmengen kann man auch verdünntere Lösungen anwenden. Vergl. über diese Titrirung Seite 226.

Aluminium. Die als $Al_2(OH)_6$ gefällte Thonerde wird nach dem Glühen als Al_2O_3 gewogen (Seite 519) und Schema III [15]. Ist Eisen zugegen, so kann man sich dadurch helfen, dass man $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ nach Schema III [13] wiegt, titrimetrich das Eisen (siehe oben) bestimmt, auf Fe_2O_3 umrechnet und abzieht. Der Rest ist Al_2O_3. Aluminium.

Kobalt und Nickel. Ist in dem nach Schema III [19] und [20] abgeschiedenen Schwefelwasserstoffniederschlag nur eines von beiden Metallen, so verfährt man so:

1. **Nickel.** Man löst in Salzsäure, erhitzt bei Natronlaugeüberschuss in einer Porzellanschale fast zum Sieden, wäscht das apfelgrüne ausgeschiedene Nickeloxydulhydrat durch Dekantiren sehr gut aus, filtrirt ab, trocknet, verascht vom Filter getrennt und wiegt nach dem Glühen als Nickeloxydul (NiO).

2. **Kobalt.** Man verfährt anfangs wie oben, doch vermeidet man starken Natronüberschuss und kocht bis sich braunschwarzes Kobaltoxyd ausgeschieden hat, das man abfiltrirt, sehr gut auswäscht, mit dem Filter glüht und dann im Rose'schen Tiegel ohne Schwefelzusatz im Wasserstoffstrom in metallisches Kobalt überführt.

Sind beide Metalle gleichzeitig vorhanden, so fällt man sie gemeinsam durch Natronlauge und führt sie im Rose'schen Tiegel (ohne Schwefelzusatz) zusammen in Metalle über und wiegt sie. Die Lösung in Königswasser neutralisirt man mit Kalilauge, fügt konz. Kaliumnitritlösung im Ueberschuss und etwas Essigsäure zu. Ist nach 24stündigem Stehen an einem warmen Orte die Fällung beendet, so sammelt man das gelbe salpetrigsaure Kobaltoxydkali ($Co_2(NO_2)_{12}K_6$) auf ein Filter, wäscht mit verdünntem essigsaurem Natron (1 : 9) und Kaliumnitrit aus, verascht das getrocknete Filter sammt Inhalt, löst in Salzsäure, fällt mit KOH wie oben Kobalthydroxyd, das man nach 2, in wiegbares Kobalt verwandelt. Kobalt + Nickel — Kobalt = Nickel.

Chrom. Lösliche Chromoxydsalze kocht man mit überschüssigem Ammoniak in einer Porzellanschale nach Seite 526; das ausgeschiedene Chromoxydhydrat wird durch Glühen im Porzellantiegel in Chromoxyd Cr_2O_3 verwandelt. — Chromsäure und ihre Salze reduzirt man zuerst nach Seite 519 [11].

Zink. 1. Sehr kleine Mengen kolorimetrisch, man löst hierzu 4,415 g Zinksulfat ($ZnSO_4 + 7H_2O$) in 1 Liter (d. h. 1 mg Zn in 1 cbcm) und versetzt 100 cbcm Wasser mit wechselnden Mengen davon. Stark verdünnte Zinklösungen geben mit Ferrocyankalium weissliche Trübungen aus deren Intensität in 100 cbcm sich auch eine annähernde Bestimmung ableiten lässt. 2. Das aus dem Schwefelzink (Schema III [16]) durch Salzsäure erhaltene Chlorzink verwandelt man in Zinkkarbonat, indem man zuerst mit Natronlauge die Hauptsäuremenge abstumpft, in einer Porzellanschale fast bis zum Kochen

erhitzt und allmählich einen Ueberschuss von Sodalösung zufügt. Das Zinkkarbonat wird nach den Regeln von Seite 7 abfiltrirt in einen Porzellantiegel gebracht und bis zur Gewichtskonstanz geglüht; das entstandene Zinkoxyd (ZnO) wird gewogen. — Oder nach Rose Seite 527. 2.

Baryum. Nach Abscheidung der Schwermetalle nach Schema I und II (meist wird es sich nur um Eisen und Phosphate handeln) durch Fällung mit Schwefelsäure. Das Baryumsulfat wird nach Seite 203 behandelt und gewogen. In Mehl ist nach Seite 371 zu untersuchen, nie ist die Untersuchung einer besonderen Portion des Ausgangsmaterials auf lösliche Baryumverbindungen (Seite 515) zu unterlassen.

B. Beurtheilung der anorganischen Stoffe.

Beurtheilung der anorganischen Stoffe.

§ 482. Der vorliegende Abschnitt berücksichtigt die Toxikologie der soeben besprochenen Elemente nur nach folgenden Gesichtspunkten:

1. Es sind nur die hygienisch bedeutsamsten Verbindungen besprochen, d. h. vorwiegend nur die im Haushalte zur Wirkung gelangenden Stoffe und auch von diesen nur die Konzentrationen, wie sie thatsächlich im Haushalte vorkommen.

2. Es ist nur von der Aufnahme durch den Verdauungskanal, die Respiration, durch die unverletzte Haut und die Schleimhäute die Rede — alle künstlichen Einverleibungsmethoden (subcutane Injektion) bleiben ausser Betracht.

3. Nur im Interesse der Vollständigkeit sind da und dort noch einige ergänzende Notizen beigefügt, die sich auf Fabrikhygiene beziehen.

Lücken unseres Wissens.

Höchst auffallend ist, wie ungenügend unsere Kenntnisse über viele der hier zu besprechenden Gifte sind. Namentlich über Kupfer, Zink, Zinn kann man die widersprechendsten Ansichten lesen. Nach dem, was ich selbst beim Kupfer gesehen (S. 533), bin ich geneigt, anzunehmen, dass eine Reihe von Fällen aus der Kasuistik fälschlich auf Vergiftungen durch kleine Metallmengen bezogen worden sei. Für gewöhnlich werden nur ausserordentlich kleine Mengen selbst der leicht löslichsten Schwermetallsalze resorbirt und gehen in den Organismus über, einige Milligramm pflegt das Maximum zu sein, was man von den genannten Metallen nach akuter, ja sogar oft nach chronischer Vergiftung im ganzen Körper vorfindet.

Idiosynkrasie.

Es muss natürlich zugegeben werden, dass zuweilen eine erhöhte individuelle Empfindlichkeit, Idiosynkrasie, mancher Personen gegen gewisse Metalle resp. Metallverbindungen besteht, wie ähnliches ja für sehr viele andere giftige Substanzen gilt (z. B. Urticaria nach Genuss von Krebssuppe, von Erdbeeren etc.) und dass sich so ein Theil der räthselhaften „Metallvergiftungen“ in der Litteratur erklären. Ferner ist es denkbar, dass vielleicht gewisse noch kaum bekannte Metallverbindungen, die in Speisen vorkommen können, leichter resorbirt werden als andere, auch kann namentlich durch grössere Dosen gelegentlich eine Aetzwirkung auf die Schleimhaut und dadurch eine begünstigte Resorption bedingt sein. In der Mehrzahl der Fälle ist aber zur Zeit eine Entscheidung zwischen diesen Möglichkeiten nicht zu treffen. Sehr interessante

Thatsachen, die hierhergehören, finden sich in Lewin's Buch: Nebenwirkungen der Arzneimittel. Berlin 1881 gesammelt; manches Faktum ist erklärt, die Mehrzahl der Beobachtungen aber zur Zeit noch ganz unverständlich.

Wenn es sich um Vergiftung durch Speisen handelt, die nur Metallspuren enthielten, so hat man übrigens neben den besprochenen Erklärungen noch häufig die Möglichkeit einer Ptomaïnwirkung in's Auge zu fassen, und ich muss gestehen, dass mir die letztere, wo sie durch die Verhältnisse nahegelegt wird, immer der grössten Beachtung werth erscheint, ja ich bin überzeugt, dass eine Reihe sogenannter Metallvergiftungen in der That nur Intoxikationen mit verdorbenen Speisen darstellen. Ptomaïne.

Quecksilber.

§ 482 a. Quecksilber kommt im Haushalte höchstens einmal zur Wirkung, wenn durch Zerbrechen eines Barometers oder dergl. Gelegenheit zum Verdampfen von Quecksilber geboten ist (vergl. darüber Seite 157); um so mehr leiden die Arbeiter mit metallischem Quecksilber, die Spiegelbeleger, Thermometermacher etc.; offenbar genügen von Quecksilber minimale Mengen für die chronische Vergiftung. Quecksilberhaltiges Zinn machte beim Schmelzen kürzlich schwere Vergiftungen (R. Kayer). Die löslichen Quecksilbersalze wirken wie Quecksilber; Quecksilberoxydulnitrat verursacht die Erkrankung der Hasenhaarschneider. Quecksilber.

Der als Farbe verwendete Zinnober (Quecksilbersulfid HgS) ist als unlöslich und somit ganz ungiftig zu betrachten.

Blei.

§ 483. Metallisches Blei löst sich unter Mitwirkung von Kohlensäure und Luft in destillirtem Wasser und in den verschiedenartigsten Nutzwässern, wenn nicht ein starker Gehalt an Calciumbikarbonat die Lösung verhindert. Letzterer schützt übrigens nicht vollkommen, sowie das Wasser in einem nicht ganz vollen Gefässe steht, zu dem Luft Zutritt hat. Blei-löslichkeit.

Alle organischen Säuren lösen Blei auf; nicht nur aus reinem Blei, sondern auch aus den Bleizinnlegirungen (Zinngeräthe, bleihaltiges Loth) und zwar um so mehr, je grösser der Bleigehalt und je reichlicher der Luftzutritt, am besten, wenn das Metall abwechselnd benetzt und der Luft ausgesetzt ist und höhere Temperaturen einwirken. Bei längerem Stehen wird durch das Zinn der Legirungen das Blei zum Theil wieder gefällt. Die quantitativen Ergebnisse solcher Versuche weichen bei den einzelnen Autoren je nach den näheren Versuchsbedingungen wesentlich ab, bei geringem Bleigehalte, (etwa von 10 % ab) gehen überhaupt in einigen Stunden nur noch Bleispuren in Essig über.

Glasirte und emaillirte Gefässe können sehr bedeutende Bleimengen abgeben. Fleck erhielt beispielsweise aus einem Gefässe von ca. 1 Liter Inhalt 3 Mal hintereinander beim Auskochen nach Seite 515 17,2, 15,1, 12,3 mg Blei, ja es sind in der Litteratur Fälle beschrieben (Schramm), wo ein Tiegel von $^3/_4$ Liter Inhalt in 24^h 1,47 g Blei ergab!

Die Ursache der Bleiabgabe pflegt namentlich in der Verwendung schlechten Materials, noch mehr aber in Folge ungenügenden Brennens zu liegen. Es ist auch schon von emaillirten Eisengefässen eine Bleiabgabe nachgewiesen worden. Sehr oft ist doch Blei in der Glasur oder dem Email vorhanden, wenn auch keines nach der offiziellen Probe abgegeben wird, doch kümmert uns dasselbe dann nicht, da es unlöslich ist.

Von den ökonomisch wichtigen Bleiverbindungen sind die Salze der gewöhnlichen organischen Säuren leicht in Wasser löslich; in verdünnter Essigsäure lösen sich: röthlichgelbe Bleiglätte (Bleioxyd PbO), rothe Mennige (Pb_3O_4), Bleiweiss (basisches Bleikarbonat $PbCO_3 + PbO$).

Salzsäure verwandelt die erwähnten Verbindungen alle in schwerlösliches Chlorblei, ebenso spaltet sie aus Chromgelb ($PbCrO_4$) und Chromroth ($PbCrO_4 + PbO$) Chlorblei ab, indem sie Chromsäure in Freiheit setzt. Chlorblei ist schwer löslich in Wasser, aber selbst das äusserst schwer lösliche Bleisulfat ist löslich genug, um chronische Bleivergiftungen zu erzeugen.

Akute Bleivergiftung.

Die akute Bleivergiftung ist im Haushalte sehr selten, da bei der schweren Resorbirbarkeit der Bleisalze grosse Mengen hierzu nothwendig sind, deren schlechter Geschmack vor dem Genusse warnt. Höchstens kommt es einmal durch Essig, Wein u. dergl., die in einem Bleigefässe standen, zu einer akuten Vergiftung. Die Symptome sind ganz die von Kupfer- und Zinkvergiftung. Unwahrscheinlich erscheinen die Litteraturangaben über die akuten Vergiftungen durch Bleichromat. Kern beobachtete in meinem Laboratorium an Hunden erst eine vorübergehende Erkrankung, wenn er 5 g auf einmal gab (an Katzen durch ca. 2 g); er nahm selbst bis 0,1 auf einmal ohne jede Wirkung.

Chronische Bleivergiftung.

Um so wichtiger und häufiger ist die chronische Bleivergiftung, die auf jedem Wege mit jedem Bleipräparate und durch Aufnahme ausserordentlich kleiner Mengen zu Stande kommen kann, wenn sie nur lange genug aufgenommen werden. Man darf mit Brouardel wohl annehmen, dass schon täglich 1 mg Bleiacetat in einigen Monaten zu einer Vergiftung hinreichen könne, während 0,2—0,4 g im Laufe eines Tages genommen höchstens Erbrechen bewirkt, und früher oft als Stypticum und Antidiarrhoicum verordnet wurde.

Es lässt sich kaum ein Modus ausdenken, nach dem chronische Bleivergiftung noch nicht zu Stande gekommen wäre.

Die bekannten Symptome sind: schiefergrauer Bleisaum am Zahnfleisch, Bleikolik, heftige Gelenkschmerzen, Bleilähmung (namentlich der Extenosen des Handgelenkes), schliesslich Gehirnleiden, Schrumpfniere u. s. f.

Nach dem Gesagten sind Blei und Bleiverbindungen in allen Stoffen, die zum Verzehren bestimmt sind, schon in den kleinsten Mengen zu beanstanden und möglichst vollständig aus dem Haushalt — jedenfalls aber aus Küche und Esszimmer — auszuschliessen. Die reichsgesetzlichen Vorschriften (vergl. S. 512) scheinen mir nur in einem Punkte eine Lücke aufzuweisen; es fehlt ein Verbot

der Anwendung des Bleichromat zur Färbung von Stoffen, da es wohl denkbar ist, dass nicht nur die Verfertiger der Kleider, resp. Gespinnste erkranken [1]), sondern dass auch den Trägern der Kleider Gefahr droht. An Spielwaren, durch einen guten Leinölfirniss geschützt, dürfte es kaum Gefahr bringen. Leinölfirniss (erhalten durch Kochen von Leinöl mit Bleioxyd) enthält zwar selbst Blei, aber in sehr schwer löslicher Form, ausserdem genügt eine sehr geringe Menge zu einem Anstrich.

Ueber die Zulässigkeit bleierner Wasserröhren, wenn hartes, an freier Kohlensäure armes Wasser vorliegt, habe ich mich schon an verschiedenen Stellen geäussert (s. Register); eine kurze Besprechung aller Einzelfälle der ganzen Frage siehe bei Dragendorff S. 445.

Kupfer.

§ 484. Metallisches Kupfer ist sowohl rein als in Kupferzinn- (Bronze) und Kupferzinklegirungen (Messing, Tombak) in Wasser sehr schwer löslich. **Kupferlöslichkeit.**

Unter Mitwirkung von Luft löst sich dagegen Kupfer gut in verdünnten organischen Säuren, in den Fettsäuren der ranzigen Fette; ja feuchte Kohlensäure bildet schon basisches Kupferkarbonat (Echten Grünspan). Die starke Löslichkeit in allen Mineralsäuren ist bekannt, durch Essigsäure und Kochsalz kann Kupferchlorid gebildet werden. — Alle Kupfersalze sind blau oder grün.

Von Salzen lösen sich in Wasser leicht: Chlorid, Sulfat, Nitrat und die Salze organischer Säuren; die basischen Acetate (grüner und blauer Grünspan des Handels) geben mit viel Wasser Kupferacetatlösung und eine Ausscheidung stärkerer basischer Acetate.

In schwacher Salzsäure löst sich auch: Kupferhydroxyd (Bremerblau), basisches Kupferkarbonat (Bergblau, Berggrün), basisches Kupferacetat, Kupferarsenit $(AsO_3)_2Cu$ = Scheele's Grün, die Doppelverbindung von Kupferarsenit und Kupferacetat (Schweinfurter Grün) (vergl. Arsen).

Sehr schwer löslich in den Körpersäften ist Kupferoxyd (CuO), unlöslich Kupfersulfid (CuS).

Akute Vergiftung. Durch das Metall und die schwer löslichen Präparate Kupferoxyd u. s. f. unmöglich [2]). Von den leicht löslichen sind Dosen entsprechend etwa 10—30 mg Kupfer in gehöriger Verdünnung und mit Geschmackskorrigentien meist ohne Wirkung; erst etwa in Dosen von 50 bis **Akute Vergiftung.**

---

1) Vergl. hierüber Weyl (Zeitschr. f. Hyg. Bd. VI), sowie die beiden in meinem Institut gemachten Dissertationen, Würzburg 1890: Kern L. (Beiträge zur Wirkung des chromsauren Blei's. Dort auch Uebersicht über die Litteratur, die zahlreiche chronische und wenige nur unsicher erscheinende akute Vergiftungen enthält) und Schöppe, Max (Untersuchungen über die Verwendung des chromsauren Blei's zum Färben von Zeugstoffen. Unter etwa 34 gelben Stoffen und Gespinnsten waren 8 stark blei- und chromhaltig. Ein orange Baumwollengarn enthält in 100 g 16 g Blei und 3 g Chrom). Ich bin mit der weiteren Aufklärung der Frage der Gesundheitsschädlichkeit des Bleichromats, der Betheiligung des Blei's und der Chromsäure an derselben zur Zeit noch beschäftigt.

2) Ganz vereinzelte Erfahrungen wollen chronische Magenaffektionen auf eine zurückgebliebene Kupfermünze zurückführen.

100 mg Cu und in konzentrirterer Form genommen, erzeugen sie sicher Uebligkeit und Erbrechen. (Als Brechmittel pflegt man 0,2—0,3 Kupfersulfat einige Mal rasch hintereinander zu geben.) Sonst meist keine Störungen. — Eine besondere Giftigkeit des Kupferchlorid, Kupferbutyrat oder Oleat konnte Meyerhardt in meinem Laboratorium an Hunden nicht finden. Die löslichen Kupferalbuminate wirken vom Magen aus nach Feltz und Ritter etwa wie Cuprammoniumsulfat. Die Giftigkeit von Dosen von einigen Gramm Kupfersulfat fällt hier ausser Betracht.

Chronische Vergiftung.

Chronische Vergiftung. Weder an Thieren noch an Menschen sind durch kleine und mittlere Dosen, etwa 50—100 mg pro die in irgend einer Versuchsreihe Schädlichkeiten beobachtet, nachdem event. die ersten Tage etwas Erbrechen aufgetreten war. Selbst Einnehmen von mehreren (3—5) Decigramm [1]) Cuprammoniumsulfat, von 5 Epileptikern monatelang fortgesetzt (Bourneville), hatte keine schweren Störungen im Gefolge, höchstens traten meist vorübergehende Magendarmstörungen auf. Die Arbeit von Toussaint (Viertelj. für ger. Med. 1855) konnte ich bisher nicht erhalten, derselbe konnte an sich durch sehr grosse Kupfersalzgaben keine chronische Kupfervergiftung hervorbringen. Dabei ist ferner immer zu bedenken, dass die Präparate in konzentrirter Form (als Pillen) verabreicht wurden. Hunden hat Galippe täglich $^1/_2$ g der verschiedensten Kupfersalze monatelang ohne Schaden beigebracht. — Was von nervösen Störungen (Lähmungen u. dergl.) bisher vom Kupfer beschrieben ist, ist so vereinzelt, dass man noch nicht an einen ursächlichen Zusammenhang zu glauben braucht und die Erkrankung bis auf weiteres auf Bleibeimischung oder auf zufällige andere Ursachen schieben kann (siehe Seite 530).

Nach dem Gesagten ist die Gefahr einer ökonomischen Kupfervergiftung eine ausserordentlich viel geringere, als meist angenommen wird, z. B. von Orfila.

Jaillard fürchtet gar Kupferschädigungen von grünen Austern, von denen 10 Stück 0,147 mg Kupfer enthalten! (Annales d'hygiène 1881. p. 276.)

Die Möglichkeit einer schweren ökonomischen Vergiftung, namentlich durch Fett, das in schlecht geputzten Kupfergefässen Kupfer aufnimmt, soll vorläufig nicht geleugnet werden (die Frage soll in meinem Laboratorium weiter studirt werden). Da aber buttersaures und ölsaures Kupfer keine specifische

1) An Kupfersalze tritt sehr rasch Gewöhnung ein. Ein Hund brach bei Mayerhardt, nachdem er 1 g Kupferchlorid mit Fleisch gemengt erhalten hatte, frass aber an den folgenden Tagen ohne jedes Symptom: 0,1, dann 0,2, 0,5, 1, 2, 2, 2 g. Mayerhardt fühlte etwas Brechreiz als er das erstemal 10 mg Kupfer als Kupfersulfat in Flüssigkeit einnahm, er setzte 50 Tage das Einnehmen von 10 mg, dann 30 Tage das von 20 mg ununterbrochen ohne jedes Symptom fort. Hermbstädt (bei Orfila Bd. 1, Seite 316) erzählt als Beweis für die Gewöhnung an Kupfer, dass er in seiner Jugend ein beliebtes Thüringer Gericht Kummest (in Essigsäuregährung übergegangenen Weisskohl, der im Kupferkessel gekocht wurde) sehr gern ass, aber — im Gegensatz zu seiner mitessenden Familie — von heftigsten Koliken und Erbrechen befallen wurde, als er nach 12jähriger Abwesenheit wieder davon genoss.

Giftigkeit besitzten glaube ich, dass in den Fällen, in welchen bisher eine schwere akute ökonomische Kupfervergiftung (über das Bild des Brechdurchfalls hinaus) angenommen wurde, vielfach, wenn nicht immer, eine Ptomaïnvergiftung u. dergl. vorgelegen habe. Auch eine Gefahr einer chronischen Vergiftung durch Gemüsekonserven (S. 392), Brot (S. 381), Trinkwasser (S. 238), Käse (S. 362) ist nach dem Gesagten höchstwahrscheinlich niemals vorhanden; der französische Conseil d'Hygiêne gestattet geradezu den Kupferzusatz zu Erbsen u. dgl., wenn er deklarirt ist, und 40 mg im Liter nicht überschritten werden.

Auch die Inhalationen von Kupferstaub, Bronzestaub, Kupferacetatstaub bei Fabrikarbeitern u. s. f. macht kaum ernstliche Krankheiten; eine Röthung des Zahnfleischrandes und grünliche Flecken an den Zähnen und der Wangenschleimhaut sind zwar beobachtet (Bailly, Chevallier und Boys de Loury) sonstige Störungen aber kaum. In Fürth, dem Hauptfabrikationsort von Bronzefarben, weiss man nichts von Kupfervergiftungen (v. Kerschensteiner).

Arsen.

§ 485. Leicht löslich in Wasser sind arsenige Säuren [Arsenik (As_2O_3)], ebenso Arsensäure (AsO_4H_3) und ihre Alkalisalze. In Säuren ist arsenigsaures Kupfer (Scheele's Grün) und seine Doppelverbindung mit essigsaurem Kupfer (Schweinfurter Grün = Mitisgrün, Neuwieder Grün, Berggrün, Maigrün, Wiener Grün u. s. f.) löslich. Realgar (AsS_2) von rothgelber bis orangegelber Farbe und Auripigment [Operment, Rauschgelb (As_2S_3)] von goldgelber Farbe sind in Wasser und verdünnter Säure unlöslich, in schwachen Alkalien (kohlensaurem Ammoniak) d. h. im Darmkanal löslich. Ausserdem besitzt Auripigment meist einen Gehalt an arseniger Säure. Ueber den Arsengehalt von Erdfarben siehe Seite 541. Alle löslichen Arsenverbindungen werden leicht resorbirt und leicht wieder ausgeschieden. Arsen.

Akute ökonomische Arsenvergiftungen sind ziemlich selten, waren aber zeitweise sehr häufig, als Schweinfurtergrün und arsenhaltige Anilinfarben in Gebrauch waren, z. B. durch Nähen oder Tragen eines grünen Ballkleides, durch Aufkleben einer stark arsenhaltigen Tapete (tödtliche Vergiftung eines Tapezierers) (Journ. de chim. med. 1868), durch Verzehren von Zuckerwaren, die mit Arsenfarben oder arsenhaltigem Fuchsin gefärbt waren u. s. f.; schon von 10 mg As_2O_3 sind lebensgefährliche Vergiftungen beobachtet, 100 mg sind sicher tödtlich. — Das Bild der akuten Vergiftung beginnt mit einem Gefühl von Trockenheit und Brennen im Halse und wird hierauf einem Choleraanfalle äusserst ähnlich. Akute Arsenvergiftung.

Chronische Arsenvergiftungen namentlich durch Tapeten gehörten und gehören noch immer zu den nicht seltenen Vorkommnissen. Chronische Arsenvergiftung.

Es genügt offenbar die längere Zufuhr von sehr kleinen Mengen, 1—3 mg, arseniger Säure zu schweren Vergiftungen. Symptome der chronischen Arsenvergiftung: Katarrhe aller Schleimhäute, namentlich auch der Augenbindehaut,

Nasengeschwüre, Haarschwund und Hautausschläge (Ekzeme) — Lebervergrösserung und Verfettung, zuweilen Ikterus; bei grösseren Dosen AsH_3 wurde oft Hämoglobinurie beobachtet.

Tapeten.

Arsenhaltige Tapeten können in zwei Weisen giftig wirken: Einmal löst sich arsenige Säure haltender Staub ab, besonders wenn die Farbstoffe schlecht fixirt sind; zweitens kann sich in feuchten Räumen unter dem Einflusse der bei der Kleister- und Leimzersetzung auftretenden Säure und der gleichzeitig vorhandenen Reduktionsprozesse (wohl durch Schimmelpilze) Arsenwasserstoff entwickeln, der sich in den kleinsten Mengen durch seinen knoblauchartigen Geruch verräth. Bereits sind eine grosse Reihe schwerer Erkrankungen durch arsenhaltige Tapeten vorgekommen, in neuester Zeit hat Rossbach (Tod durch arsenhaltige Tapeten oder Vergiftung mit Phosphor. Jena 1890, daselbst auch Litteratur) den Tod einiger Kinder mit grosser Wahrscheinlichkeit auf den Aufenthalt in arsenwasserstoffhaltigen Zimmern zurückgeführt.

Es haben sogar Arsentapeten schädlich gewirkt, die mehrfach mit arsenfreien anderen überklebt waren. — Jedenfalls sind Arsentapeten häufiger als bisher beargwöhnt Krankheitsursachen gewesen (vergl. z. B. Kirchgässner, Viertelj. f. ger. Med. Oktober 1868).

Nach diesen Erfahrungen sind Arsenverbindungen absolut aus dem Haushalte zu verbannen; davon werden in erster Linie betroffen die brillanten grünen Farben: Scheele's und Schweinfurter Grün (Lampenschirme, Rouleaux, Tapeten, Blumentopfgitter, künstliche Blumen) und die (namentlich früher) mit Arsen hergestellten Anilinfarben resp. die billigen arsenhaltigen Abfallfarben.

Beispiele von hohem Arsengehalt.

Es sind z. B. grüne Mullstoffe mit 1,5 g arseniger Säure auf den Quadratfuss, Kartenspiele mit einem Gehalt von 5,4 g As_2O_3, Tapeten mit 1,7 g As_2O_3 in 1 qm gefunden. 1878 waren noch von 6 feinsten grünen Anilinfarben in Wien nur eine arsenfrei, die anderen enthielten bis $2\frac{1}{2}$ % Arsen, dies ist jetzt allerdings anders.

Kritik der deutschen Vorschriften

Die gesetzlichen deutschen Vorschriften (Seite 513) unterdrücken das Arsen fast vollständig, indem sie einzig die Verwendung arsenhaltiger Beizen und Fixirungsmittel bei dem Färben und Bedrucken von Gespinnsten gestatten unter der Voraussetzung, dass keine in Wasser lösliche Arsenverbindung und in 100 qcm Stoff überhaupt nicht mehr als 2 mg Arsen enthalten sei. Leider wird aber in einem folgenden Paragraphen auch ein Arsengehalt in Farben als Verunreinigung gestattet ohne bestimmte Grenzwerthe anzugeben. Namentlich die eisenoxydhaltigen Erdfarben enthalten oft bedeutende Mengen arsenige Säuren, allerdings ist Eisenarsenit ein schwer löslicher Körper.

Dragendorff nennt[1]) einen Stoff hinsichtlich seines Arsengehalts unschädlich, wenn 100 qcm Tapete oder 200 qcm Zeug nicht über 0,05—0,06 mg arsenige Säure

[1]) Oder er nennt, wenn man genau der Anmerkung auf Seite 521 manipulirt, einen Stoff:
Arsenfrei: Wenn kein Spiegel nach 10 Min. entsteht.
Hinsichtlich seines Arsengehaltes unschädlich: Wenn nach 10 Min. kein deutlich erkennbarer oder doch nur ein leise angedeuteter Arsenspiegel entstanden ist.
Stark arsenhaltig: Wenn schon nach 3 Min. langem Durchleiten in der Röhre ein gegen eine Kerzenflamme vollkommen undurchsichtiger Anflug von Arsen entstanden ist.

enthält, arsenreich, wenn 0,7—0,8 mg im gleichen Volum vorhanden sind, er ist also wesentlich strenger in seinen Ansprüchen als das deutsche entschieden milde Gesetz. Schmelck will in Schweden Erkrankungen durch Bettdecken mit 0,2 mg Arsen in 100 qcm beobachtet haben.

Antimon.

§ 486. Metallisches Antimon (im Letternmetall) ist in verdünnter Salzsäure ganz unlöslich. Antimon.

Leicht löslich ist in Wasser der farblose Brechweinstein (weinsaures Antimonylkalium ($C_4H_4SbKO_7 + {}^1/_2\ H_2O$); in neuerer Zeit kommen statt desselben in der Färberei auch andere Antimonsalze, z. B. oxalsaures Antimonylkalium, Antimonfluorid, Ammoniumsulfat u. s. f. vor. Diese Antimonsalze bilden mit den Farbstoffen, die sie fixiren, unlösliche Verbindungen; bei richtiger Arbeit muss das überschüssige lösliche Salz wieder ausgewaschen werden. Unlöslich in Wasser, schwacher Salzsäure und Ammoniumkarbonat ist der orangegelbe Goldschwefel (Sb_2S_3), der Gummiwaaren zuweilen zum Vulkanisiren zugesetzt wird; Antimonzinnober (Sb_2OS_2) wird kaum mehr verwendet, er ist in Salzsäure löslich. Löslichkeit.

Antimonverbindungen kommen ökonomisch kaum zur Wirkung vom Magen aus. Brechweinstein hat schon in Dosen von 0,5 g tödtlich gewirkt, als Brechmittel wendet man wiederholte Dosen von 0,03—0,1 an; es sind aber Fälle bekannt, in denen schon 10 mg heftiges Erbrechen bewirkten. Chronische Vergiftungen sind experimentell durch kleine Dosen hervorgebracht. 1 bis 10 mg machen etwa 14 Tage genommen schon schwere chronische Erkrankung. Akute Vergiftung. Chronische Vergiftung.

Viel wichtiger für die Hygiene ist die Wirkung des Brechweinstein von der Haut aus, indem er Ekzeme, Hautentzündungen veranlasst. Solche Fälle sind mehrfach bekannt geworden, hervorgerufen durch Stoffe, aus denen die Antimonbeizen nicht genügend ausgewaschen waren. Hauptaffektionen.

Bischoff fand in 100 g Garn 14 mg in Wasser lösliches Antimon, durch Salzsäure löslich 36—310 mg (Rep. für anal. Chemie 1883, Nr. 20), Kayser in 100 qcm eines rothbraunen Hosenfutters, das Ekzem verursacht hatte 85 mg wasserlösliches Antimon. Allgemein wird angenommen, dass nur wasserlösliche Verbindungen schädlich sind; für Antimontannat hat Forth die Unschädlichkeit für seine Person durch Selbstversuche (Tragen von eigens präparirten Strümpfen) nachgewiesen.

Die entstehenden Hautdefekte können pathogenen Organismen als Eingangspforte dienen, und so „Blutvergiftungen“ veranlassen. Die bayerischen Vereinbarungen haben für Antimon in Geweben die gleichen Anforderungen gestellt wie für Arsen.

Zinn.

§ 487. Metallisches Zinn ist fast unlöslich in destillirtem und Brunnenwasser, ebenso in Kochsalzlösungen, etwas löslich in Essigsäure und sonstigen organischen Säuren, leicht löslich in Salzsäure. Zinn.

Aus Blei-Zinnlegirungen gehen anfangs beide Metalle durch Essigsäure in Lösung, nach einigen Stunden fällt das Zinn das Blei grossentheils wieder aus, während der Zinngehalt langsam zunimmt. Das abgeschiedene Blei ist Löslichkeit

ebenso gut wie das gelöste im Stande unter die Nahrung gemischt Erkrankungen zu bedingen.

Die in der Färberei gebrauchten löslichen Zinnsalze: Pinksalz ($SnCl_2$ + NH_4Cl), zinnsaures Natron (SnO_3Na_2) und Zinnoxydulnatron (SnO + $NaOH$) werden kaum im Haushalte zur Wirkung kommen.

Ganz unlöslich in Wasser und verdünnten Säuren sind: Metazinnsäure (SnO_3H_2), Zinnoxyd (SnO_2); Zinnsulfid, Mussivgold (SnS_2). Auch das Zinn in den vegetabilischen Konserven erwies sich als unlöslich in Säuren.

Akute Vergiftungen sind bisher nicht mit Sicherheit auf im Haushalt vorhandene Zinnverbindungen zurückgeführt.

Zinnvergiftung. Trotz der grossen Giftigkeit subkutan injizirter, leicht löslicher Zinnpräparate sind vom Magen aus nur durch so grosse Dosen, wie sie kaum im Haushalt vorkommen, Störungen zu erhalten; die Resorption ist offenbar eine sehr schlechte. Nach Genuss von 0,5 Zinn in Form von Konserven beobachteten Ungar und Bodländer nur 4 mg Zinn im Harn und gar keine Krankheitssymptome. Es ist schon Seite 392 angedeutet, dass die angeblichen akuten Zinnvergiftungen durch Konserven immer den Verdacht einer Ptomaïnvergiftung erwecken. Auch chronische Vergiftungen sind kaum zu befürchten; an Hunden haben Ungar und Bodländer zwar neben Verdauungsstörungen schwere Rückenmarkserkrankungen nach $^5/_4$ Jahren hervorgebracht, indem sie anfangs 0,01—0,12, schliesslich 0,4, 0,6 und 0,8 Zinn als lösliches Zinnoxydulnatron einem $7^1/_2$ Kilo schweren Hunde verabreichten, ein anderesmal 0,02—0,2 und 0,6 Zinnchlorür ebensolange verfütterten. Eine chronische Erkrankung des Menschen durch reichlichen Konservengenuss ist nur denkbar, wenn — was an sich ja möglich, aber ganz unerwiesen ist — die Empfindlichkeit des Menschen gegen Zinn viel gröser ist als die des Hundes.

Zink.

Zink. Löslichkeit. § 488. Metallisches Zink ist, unter Mitwirkung von freier Kohlensäure, ähnlich wie Blei etwas im Wasser, leicht in anorganischen und organischen Säuren löslich. In verdünnten Säuren löst sich Zinkweiss (Zinkoxyd ZnO), Zinkgelb (Zinkchromat $ZnCrO_4$), und Lithopone [weisses Pulver entstehend durch Mischung von Zinksulfat + Schwefelbaryum = $ZnS + ZnO + BaSO_4$, (Anstrichfarbe)].

Akute Vergiftung. Akute Vergiftung: Soweit Beobachtungen vorliegen, gilt hier qualitativ und quantitativ etwa das beim Kupfer gesagte, auch als Brechmittel ist Zinksulfat verwendet und grosse Dosen (mehrere Gramm) haben gelegentlich zu schwerer Krankheit, ja dem Tod geführt. Zinkoxyd soll grammweise ohne Schaden vertragen werden, doch hat dasselbe auch schon, zufällig unter Backwerke gerathen, Erbrechen und Durchfall bewirkt (Zeitsch. des allg. österr. Apothekervereins Bd. XVI, 1878, S. 407).

Hautentzündung ist schon auf das Tragen von Zinkoxydhaltigen Papierkragen zurückgeführt worden; es ist bekannt, dass es Menschen giebt, bei denen sogar die milde Zinksalbe Hautentzündung hervorbringt.

Chronische Vergiftung. Eine chronische Vergiftung durch kleine Dosen (etwa bis 10 mg) scheint nicht vorzukommen, Aarlandt und Mylius berichten, dass in den Zinkblendegegenden vielfach zinkhaltige Wässer allgemein getrunken werden, ohne jeden Nachtheil, so z. B. in Tuttendorf seit 100 Jahren Wasser mit 7 mg

Zink im Liter (Korrespondenzblatt des Ver. analyt. Chem. 1879, N. 2 u. 3). In Nordfrankreich wird die Milch stets in Zinkeimern aufbewahrt und erregt doch niemals Vergiftung. Häufig findet man in menschlichen Organen (z. B. Leber) erhebliche Zinkmengen, ohne dass eine Zinkvergiftung oder Arzneibehandlung vorlag, es hängt dies mit der Verbreitung von Zinkspuren in unseren Nahrungsmitteln zusammen.

Werden längere Zeit grössere Dosen (in Arzneimitteln) dem Magen zugeführt (einige Decigramme und mehr), so können chronische Verdauungsstörungen mit ihren Folgen auftreten (Kachexie); es herrscht aber Uebereinstimmung unter den Autoren, dass eine schwere Gesundheitsgefährdung daraus kaum entstehe, vielmehr nach Aussetzen des Zinks unter Besserung der Verdauungsstörungen meist rasch Genesung eintrete. — Zinkoxyd ist gegen Nervenkrankheiten schon oft lange Zeit in grossen Dosen bis 1 g ohne Schaden angewendet worden.

Einige Beobachter sprechen auch von nervösen Störungen, die bei Zinkarbeitern nach ca. 10jähriger Arbeit auftreten, z. Th. unter dem Bilde des Tabes dorsalis (Schlokow). Unzweifelhaft reine Beobachtungen über chronische der Bleivergiftung ähnliche Nervenleiden sind nicht mitgetheilt, sie sind mindestens sehr viel seltener als beim Blei. Tracinski hält auch die Zurückführung von Krankheiten der Zinkarbeiter (Zinkhütten) auf Zink für ungenügend bewiesen, und macht auf Blei, Kadmium, Arsen, Kohlenoxyd, schweflige Säure und Kohlensäure aufmerksam, die gleichzeitig einwirken. (Viertelj. für öff. Gesundheitspflege 1888. S. 59.)

Ueber das Giessfieber der Zink- und Messinggiesser durch Inhalation von Zinkdampf siehe Hirt, Krankheiten der Arbeiter I. 85, II. 165, III. 82. Nach Tracinski fehlt das Giessfieber in Zinkhütten ganz.

Nickel.

§ 489. Nur Nickelmetall resp. die durch Säuren des Haushaltes daraus gebildeten Salze haben hygienisches Interesse. Nickel.

Nach Rhode nehmen 500 cbcm 2 oder 4%ige Milchsäure, Essigsäure, Citronensäure, Weinsäure in 24 Std. in einer Schale aus reinem Nickel, vernickeltem Messing u. s. f. etwa 25—35 mg Nickel auf, in 3 Std. bei Siedehitze etwa 12—30 mg, 4%ige Säure löst nur unwesentlich mehr als Zweiprozentige. Buttersäure greift Nickel weniger an. — Nach Laborde und Riche nehmen auch Alkalikarbonatlösungen etwas Nickel auf.

Oekonomische Nickelvergiftungen sind bisher nicht beobachtet. Rhode hat seit 5 Jahren in seinem Haushalt nur Nickelgeschirr verwendet. Offenbar sind selbst die leicht löslichen Nickelsalze schwer resorbirbar oder werden sehr prompt durch die Galle ausgeschieden. Etwa 1/2 g Nickelsulfat täglich macht an kräftigen Hunden weder akute noch chronische Vergiftung. Vergl. Jung, H. Schulz und Geerkens, Laborde und Riche. Sehr grosse Dosen wirken etwa wie die Kupfersalze. Es muss die hygienische Beurtheilung zur Zeit auch etwa lauten wie beim Kupfer.

Chrom.

§ 490. Unlöslich in Wasser sind Chromgelb ($PbCrO_4$) und Chromroth Chrom. ($PbCrO_4 + PbO$), Barytgelb ($BaCrO_4$) dagegen löslich in verdünnten Säuren.

Ebenso Zinkgelb ($Zn Cr O_4$), das, wenn es wie gewöhnlich, daneben noch Kaliumchromat enthält, dasselbe an Wasser abgiebt. — Ganz unlöslich ist Chromgrün ($Cr_2 O_3 + 2 H_2 O$) = Guignets-Grün, Permanentgrün, eine dunkelgrüne Farbe, die durch Mischung mit Baryumsulfat u. dergl. heller und bläulich grau, durch Mischung mit einer der aufgezählten gelben Chromfarben feurig grün wird (Viktoriagrün, Permanentgrün, Oelgrün, Nürnbergergrün, Zinkgrün).

Guignet's Grün ist unschädlich, überhaupt sind die Chromoxydverbindungen sehr wenig giftig; die Chromate können Blei-, Zink-, Baryum- neben Chromsäurevergiftung erzeugen. Bisher ist nur Bleichromat etwas studirt vergl. S. 533; über die anderen Substanzen ist nur zu sagen, dass Zink- und Baryumchromat giftig sein müssen; Kaliumchromat ist sehr giftig, ebenso Chromsäure.

Thonerde.

Thonerde. § 490a. Leicht im Wasser löslich ist Alaun, Aluminiumchlorid ($Al_2 Cl_6$) und Aluminiumsulfat, die in der Färberei eine Rolle spielen, aber durch die Verarbeitung wohl fast stets in unlösliche Verbindungen (Thonerde, Farblacke) übergehen, die kein toxikologisches Interesse haben. Ueber Alaun in Brot vergl. S. 381. Wibmer nahm in 1½ Tagen 15 g Alaun in 500 g Wasser gelöst nach und nach zu sich; die Wirkung bestand in etwas Verstopfung. Repert. der Pharmac. von Buchner 1831. Bd. 29.

Die verschiedenen (blauen, grünen etc.) Ultramarine sind Thonerde-, Kalium-, Kieselsäure- und Schwefelhaltige Verbindungen von unbekannter Konstitution und wechselnder Zusammensetzung, die mit Säuren Schwefelwasserstoff entwickeln, aber kaum in den Dosen, in denen sie etwa im Haushalt in den Menschen gelangen können, nennenswerthe Schädlichkeit bedingen.

Kobalt, Eisen, Uran, Kadmium, Silber, Gold.

Kobalt. Eisen, Uran, Kadmium, Silber, Gold. § 491. Oekonomische Vergiftungen sind bisher durch diese Metalle kaum bekannt, wenn dieselben auch z. Th. sehr giftig sind, wenn sie in den geeigneten Verbindungen künstlich dem Körper einverleibt werden; hierfür muss aber auf die Lehrbücher der Toxikologie verwiesen werden. In den im folgenden aufzuzählenden Formen, fast den einzigen, die im Haushalt vorkommen, kann aber kaum von einer Gefahr die Rede sein.

Kobalt. Kobalt: Kobaltsilikat = $Si O_3 Co$ = Smalte. Kobaltoxydul-Zinkoxydul = $Co O + Sn O$ = Coeruleum. Kobaltoxyd-Thonerdeoxyd = $Al_2 O_3 . Co_2 O_3$ = Thénard's Blau = Kobaltultramarin. Kobaltoxyd-Zinkoxyd = $Co_2 O_3 + Zn O$ = Rinmann's Grün = Grüner Zinnober.

In anderer Form kommt Kobalt kaum zur praktischen Verwendung.

Eisen. Eisen ist in seinen gewöhnlichen Verwendungsformen als unschädlich zu betrachten. Es sind dies: Metallisches Eisen und Stahl, Eisenoxyd = $F_2 O_3$ = Englischroth = Caput mortuum, Mischungen von Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat und Eisenkarbonat als Rost; Eisenoxydsalz der Ferrocyanwasserstoffsäure = $(Fe Cy_6)_3 Fe_4$ = Pariserblau, Berlinerblau, Preussischblau. Eisenoxydulsalz der Ferrocyanwasserstoffsäure = $Fe_3 Cy_{12} Fe_3$ = Turnbull's Blau.

Ebensowenig sind die etwa bei der Speisenzubereitung gebildeten Mengen fruchtsauren, milchsauren, gerbsauren etc. Eisens toxikolisch wichtig.

Die gelben, braunen und rothen Erdfarben (Ocker, Terra di Siena), die vorwiegend aus Eisenoxyd und Karbonat bestehen, sind an sich ganz unschädlich, zuweilen aber nicht unbedeutend arsenhaltig. Arsensaures Eisen ist indessen unlöslich.

Silber und Gold. Sind rein und in den üblichen Legirungen mit Kupfer unbedenklich, da niemals solche Mengen gelöst werden können, dass Vergiftungen entstehen. Silber, Gold.

Kadmium. Wird nur als in Wasser, verdünnten Säuren, Alkalien unlösliches gelbes Schwefelkadmium Cd S als Malerfarbe verwendet; ist nach Marmé bei wochenlangem Verfüttern grosser Dosen ungiftig, lösliche Kadmiumsalze sind sehr giftig. Kadmium.

Uran. Dient zur Zeit nur zur Erzeugung gelber Farben in Glas, Porzellan und Email und dürfte nicht leicht seine von Kobert entdeckte grosse Giftigkeit zu entfalten Gelegenheit haben. Uran.

Baryum.

§ 492. Leicht löslich in Wasser ist Baryumchlorid, in verdünnten Säuren: Baryumkarbonat, in Salzsäure (nicht Essigsäure) Baryumchromat (Barytgelb). Ganz unlöslich: Baryumsulfat (Schwerspath, Blanc fixe, Permanentweiss). Letzteres spielt bei der Herstellung von Tapeten und Buntpapieren als weisse unveränderliche, unschädliche Deckfarbe eine wichtige Rolle. Baryum.

Ueber akute Baryumvergiftungen vergl. S. 381, von einer chronischen ist bisher nichts bekannt.

II. Organische Stoffe.

A. Untersuchung auf organische Stoffe.

§ 493. Soweit ungefärbte organische Stoffe von besonderer hygienischer Bedeutung sind, haben dieselben in den früheren Kapiteln Berücksichtigung gefunden; wichtige weitere Stoffe derart kommen in Gebrauchsgegenständen nicht vor[1]), dagegen interessiren die organischen Farbstoffe die Hygiene in ziemlich hohem Grade. Untersuchung auf organische Stoffe.

Von den zahlreichen Pflanzen- und spärlichen Thierfarbstoffen, die praktisch verwendet werden, ist bisher einzig das Gummigutt (eingetrockneter Milchsaft von Hebradodendron cochinensis), das als gelbe Malfarbe dient, als giftig bekannt. Gummigutt.

Dagegen beanspruchen von den vielen Hundert verschiedenartigen Theerfarbstoffen, die schon Verwendung gefunden haben, einige ein grösseres Interesse, die entweder durch Häufigkeit der Anwendung, starke Giftigkeit oder sicher dargethane Ungiftigkeit hervorragen.

---

[1]) Erwähnung verdient vielleicht die Oxalsäure, die namentlich durch Verwechselungen mit anderen weissen Pulvern gelegentlich giftig wirkt, und im Haushalt vielfach recht sorglos als Putzmittel benutzt wird. Nachgewiesen wird sie durch den Niederschlag, den Chlorcalciumlösung bei neutraler oder alkalischer Reaktion geben (Calciumoxalat), ev. durch ihre Eigenschaft sehr rasch Permanganatlösung bei Anwesenheit von Schwefelsäure zu entfärben (Seite 228). Selbstverständlich zerstören alle die Methoden, die die organische Substanz beseitigen (Seite 515) auch die Oxalsäure. Sollte ein in Wasser unlösliches Oxalat vorliegen, so hätte man in verdünnter Salzsäure zu lösen und dann mit Chlorcalcium und Ammoniak zu versetzen. Für den Nachweis von Phenol sei auf Dragendorff verwiesen (siehe Litteratur 547).

Erkennung organischer Farbstoffe.

Dass ein organischer Farbstoff vorliegt, wird im Allgemeinen dadurch wahrscheinlich, dass die Reaktionen auf anorganische gefärbte Verbindungen fehlschlagen, dass namentlich die Asche keinen Bestandtheil zeigt, der die Färbung veranlasst haben kann (z. B. Chrom, Blei, Kupfer u. s. f.). Doch wird man häufig trotz des Vorhandenseins der genannten Elemente vielfach organische Farben vor sich haben, die nur mit Hilfe metallischer Beizen fixirt sind. Organische Farbstoffe sind im Gegensatz zu anorganischen sehr oft nicht nur in Wasser, sondern auch in Alkohol, Aether, Petroläther, Chloroform löslich. Andere lösen sich in Wasser oder Alkohol auf Zusatz von etwas Säure und Alkali und zeigen auf Zusatz von Alkali oder Säure meist sehr auffallende Farbenänderungen, wie sie anorganischen Verbindungen kaum zukommen. Es ist empfehlenswerth, Auszüge mit den angegebenen Lösungsmitteln, besonders Alkohol, anzufertigen, und dieselben, nachdem man die Flüssigkeit ev. konzentrirt hat, in weissen Porzellanschalen oder grossen Uhrgläsern, die auf einer weissen Unterlage stehen, mit verschiedenen Reagentien zu versetzen, unter denen die wichtigsten sind: Konzentrirte Salzsäure, konzentrirte Schwefelsäure (mit nachträglichem Wasserzusatz), Natronlauge. Wichtig kann es auch sein nachzuweisen, dass sich der Farbstoff mit Zinnchlorür in wässriger salzsäurehaltiger Lösung entfärbt (Reduktion), es thun dies namentlich alle die jetzt so viel verwendeten Azofarbstoffe.

Auszüge.

Untersuchung auf der Faser.

Anstellung von Reaktionen durch Einlegen der gefärbten Stoffe in die Reagentien führt natürlich zu noch unsichereren Resultaten, weil sehr oft Mischfarben vorliegen, und die Reaktionen nur mit den reinen Farbstoffen scharf auftreten. — Hat man Farbenpulver zu untersuchen, so kann man sich von der Reinheit resp. Einheitlichkeit des Farbstoffes dadurch ein Bild machen, dass man sehr wenig des Pulvers einmal auf nasses Fliesspapier, sodann auf konzentrirte Schwefelsäure aufstreut und die Farben der Höfe beobachtet, die sich um die einzelnen Partikelchen bilden. Farbenchemiker trennen auch gemischte Farbstofflösungen durch portionenweises Einbringen von Wolle oder Seide und Beobachtung der jedesmal entstehenden Färbungen.

Schwierigkeit der Unterscheidung von Farbstoffen.

Es war meine Absicht gewesen, Kriterien zur Erkennung der wichtigsten, namentlich giftigen Farbstoffe anzugeben, ich bin aber davon ganz zurückgekommen — weil ich nach eingehenderer Beschäftigung mit dem Stoffe, dem Mediziner nur abrathen kann, einen Versuch zur Ermittelung einer bestimmten Farbe zu machen, zumal wenn dieselbe nicht als reines Farbpulver, sondern nur als gefärbtes Objekt vorliegt. Die Zahl der heute angewendeten künstlichen organischen Farbstoffe dürfte 300 überschreiten, und die giftigen unter ihnen sind meist nicht durch solche Reaktionen ausgezeichnet, dass ihre Anführung Werth hätte, ohne die Aufzählung der zahlreichen unschädlichen oder in ihrer Wirkung unbekannten Substanzen, die wegen ihrer sehr ähnlichen Reaktionen bei der Differentialdiagnose in Frage kommen müssen. Selbst tüchtige Chemiker — wenn sie sich nicht ganz speziell mit Farbenchemie beschäftigen — im Besitze der besten und neuesten Litteratur und zahlreicher

Vergleichsfarben, halten die Bestimmung einer unbekannten vorliegenden Farbe für eine meist sehr schwere, oft nicht exakt lösbare Arbeit. Eine unsichere Bestimmung wird für die Beurtheilung meist werthlos sein.

Ich muss mich deshalb begnügen, auf die Litteratur hinzuweisen und zu ersuchen, den etwa gefundenen Resultaten grossen Skepticismus entgegen zu bringen. Niemals ist dagegen zu unterlassen, wenn ein organischer Farbstoff angeblich giftig gewirkt hat, den verdächtigen Gegenstand auch auf Arsen und Antimon, sowie sonstige anorganische Gifte zu prüfen, vergl. Beurtheilung. Etwaige Thierversuche würden besser an Hunden, oder namentlich an Katzen als an Kaninchen anzustellen sein. Vergl. S. 106 u. folg.

B. Beurtheilung organischer Stoffe, speziell Theerfarbstoffe[1]).

Beurtheilung der Theerfarbstoffe.

§ 494. Die hygienische Bedeutung der Theerfarbstoffe ist bisher schon sehr verschieden beurtheilt worden. Als man die intensiv giftige Wirkung der ersten unreinen, namentlich arsenhaltigen Farbstoffe kennen gelernt hatte, war man geneigt, sehr streng über die Theerfarbstoffe zu urtheilen; als dann erkannt wurde, dass die Verunreinigungen meist Schuld an den Gesundheitsschädlichkeiten gewesen seien, folgte eine Periode, in der man überhaupt keinen in reinem Zustande giftigen Theerfarbstoff kannte (Eulenburg und Vohl 1870). Die neuere Forschung hat aber doch eine Reihe von Theerfarbstoffen kennen gelehrt, die in der That eine bedeutende Giftigkeit besitzen, und es sind bereits, allerdings nicht zahlreiche, Fälle bekannt, in denen schwere, ja tödtliche Vergiftungen durch reine Theerfarbstoffe erfolgt sind. Daneben bestehen aber die von Eulenburg und Vohl (Vierteljahrsschr. für gerichtliche Mediz. 1870) beschriebenen Möglichkeiten, wodurch unschädliche Farbstoffe schädlich werden, noch fort; nur ist die Verwirklichung dieser Möglichkeiten mit den Veränderungen und Verbesserungen der Technik wesentlich seltener geworden.

Möglichkeiten, wodurch unschädliche Farbstoffe schädlich werden.

1. Farben können durch giftiges Ausgangsmaterial verunreinigt sein (Anilin, Phenol etc.).

2. Oxydationsmittel, die ausgewaschen sein sollten, sind aus Nachlässigkeit zurückgeblieben, z. B.: Arsensäure, salpetersaures Quecksilberoxyd und Oxydul, Quecksilberchlorid, ebenso auch Chlorzinn, Chlorzink, Antimonoxyd, Antimonchlorid, Bleihyperoxyd.

Besonders gefährlich erwies sich die Verwendung der arsenreichen Rückstandsfarben (Abfallfarben).

1) Gummigutt ist schon in Dosen von 0,1—0,2 ein drastisches Abführmittel, das gelegentlich unangenehme Nebenwirkungen (heftiges Erbrechen, Nierenreizung) äussert und in grösseren Dosen tödtlich wirken kann.

3. Ungiftige Farbbasen werden statt an ungiftige Säuren wie Essigsäure an arsenige Säure oder Pikrinsäure gebunden,

z. B. Pikrinsaures Anilingrün = Jodgrün

Pikrinsaures Rosanilin = Mauvanilin (orange).

4. Die Stoffe werden mit giftigen Beizen vorbehandelt, die mit den Farbstoffen auf der Faser schwer lösliche Farblacke bilden, z. B. Brechweinstein, Arsensäure u. dergl. Durch Nachlässigkeit unterbleibt ein genügendes Auswaschen der überschüssigen wasserlöslichen Beize.

Namentlich auf zwei Wegen sind bisher giftige Wirkungen von Theerfarbstoffen aufgetreten:

1. Beim Genusse gefärbter Nahrungsmittel.
2. Durch das Tragen gefärbter Kleider.

Farbstoffe als Hautreize.

§ 495. Die Frage, ob auch gefärbte Stoffe, die von giftiger Antimon- oder Arsenbeize frei sind, Hautaffektionen erzeugen können, scheint für die Pikrinsäure wenigstens entschieden. R. v. Hösslin (Münch. med. Wochenschrift. 1888 S. 637) beschreibt eine intensive Hautentzündung der Füsse mit Bläschenbildung und starker Gelbfärbung bei einem Manne, der zu dünnen Strümpfen mit Pikrinsäure gefärbte Schuhe trug. Die Färbung der Schuhe war so intensiv, dass man mit dem nassen Finger deutlich Farbstoff abwischen konnte.

Unklarer liegt die Sache für in der Litteratur vielfach beschuldigte orange und rothe Farbstoffe. Es scheint für das von Tardieu und Roussin beschuldigte Korallin (resolsäureähnlicher Körper) durch die Versuche von Landin, Babault, Bourguignon und von Weikert (1869) die vollkommene Unschädlichkeit in reinem Zustande bewiesen, also die früheren Beobachtungen auf unreines Material (Arsenbeize?) zurückzuführen zu sein. Sell hat Korallin gefunden, das freies Phenol von der Darstellung her beigemischt enthielt, auch dadurch wären recht leicht Bläschenausschläge zu erklären. Besonders oft wurde Anilinorange (Viktoriagelb) als Ursache von Hautaffektionen angeschuldigt, und zwar von Crookes die Annahme gemacht, dass der reine Farbstoff das schädliche Prinzip sei; es ist dies bei seiner nahen Verwandtschaft mit der Pikrinsäure sehr wohl möglich. Auch sprechen dafür Erfahrungen, dass gestreifte Strümpfe nur da Blasenbildung hervorriefen, wo die orangefarbenen Partien die Haut berührten. Zur Erklärung der auffallenden Thatsache, dass nicht alle Menschen die gleiche Empfindlichkeit gegen Anilinorange gezeigt hätten, zieht Crookes die verschieden stark alkalische Reaktion des Schweisses herbei, nur Alkalien nicht Wasser vermögen Anilinorange zu lösen[1]). (Pharmac. Journal 1868. Oktober.)

---

[1]) Vergl. auch die Notiz auf Seite 546 über Safranin und Eosin. Weyl beobachtete auch einen Fall, in dem neue indigoblaue Strümpfe, die nicht vollkommen durch Auswaschen von Schwefelsäure befreit waren, Hautreiz erregte. (Berl. med. Gesell. Sitzung vom 22. 1889.)

Ob Crookes damit die richtige Erklärung getroffen, bleibe dahingestellt; jedenfalls ist zweifellos, dass die Haut verschiedener Menschen enorm verschieden gegen Chemikalien reagirt, vergl. v. Sehlen, Centralbl. für Bakt. Bd. VIII, Seite 97.

Ich lasse nun ein Verzeichniss der Theerfarben folgen, über deren Gesundheitsunschädlichkeit resp. Schädlichkeit bestimmte Angaben vorliegen. Leider ist die Mehrzahl der Erfahrungen nur am Hund und Kaninchen gewonnen und die verdienstvolle Arbeit von Weyl, der ich die Hauptsache der folgenden Beobachtungen entnehme, ist kaum zur Hälfte erschienen.

Gesundheitsschädliche und unschädliche Farben.

Gesundheitsschädlich nenne ich die Stoffe, die bei Verfütterung von einigen Decigramm pro Tag bei einem kräftigen Hund entweder sofort oder bei einiger Wiederholung Gesundheitsstörungen bedingen, wogegen die Farben, die in Dosen von 1 bis mehreren Gramm wochenlang ohne Störung oder nur mit geringfügigen Magendarmsymptomen oder einer schwachen bald vorübergehenden Albuminurie vertragen werden, als unschädlich bezeichnet sind. Wir dürfen nie vergessen, dass einige Milligramm der Theerfarbstoffe schon sehr intensiv färben, und dass nicht leicht — selbst bei ganz unzweckmässiger Verwendung der gefärbten Objekte z. B. durch Kinder — mehr wie Milligramme höchstens Centigramme in den Magen des Menschen gelangen. In extrem grossen Dosen sind natürlich aber viele Stoffe z. B. auch all' unsere Gewürze schädlich.

Oesterreich hat durch Gesetz vom 1. Mai 1886 Theerfarbstoffe (inkl. Resolsäure) überhaupt von der Verwendung zum Färben von Nahrungs- und Genussmitteln ausgeschlossen.

Gelbe Farbstoffe.

Gelbe Farbstoffe.

A. ungiftig oder fast ungiftig.

Naphtholgelb S. (Säuregelb S, Echtgelb, Anilingelb, Succinin, Schwefelgelb, Citronin, Jaune nouveau, Jaune solide.) 2—4 g bringen beim Menschen Kolik und Diarrhöe hervor. Hunde von grossen Dosen kaum affizirt. In Algier angeblich zur Nadelfärbung allgemein üblich.

Echtgelb R. (Säuregelb R, Gelb W.), Cazeneuve.

Brillantgelb. Sehr grosse Dosen für den Hund unschädlich.

Orange I. (α-Naphtholorange, Tropaeolin 000 N I).

Bismarckbraun. Schwach giftig. 0,35 g pro Kilo Hund macht Erbrechen und Albuminurie, sehr grosse Dosen schaden auch nicht stärker. Kleine Dosen 0,045 pro Kilo ganz unschädlich.

Sudan I. In sehr grossen Dosen (5 g pro die) erzeugt es schwache Albuminurie bei einem grossen Hund.

Ponceau 4 G. B. (Croceïnorange, Brillantorange) grosse Dosen ungiftig für den Hund.

Chrysoidin. Hund von 9,5 Kilo erhält einen Monat lang 1 g täglich. Nur etwas Gewichtsabnahme und Eiweissgehalt im Harn. Grosse Dosen (10 g auf einmal) machen stärkere Albuminurie. Blaschko beobachtete an einigen Arbeitern angeblich durch Chrysoidin schwere Dermatitis, an anderen nichts.

Diphenylaminorange. (Säuregelb D, Diphenylorange, Orange IV, Tropaeolin 00, Orange B, Jaune d'aniline, Helioxanthin? Orange G. S., Neugelb). — 14 g in 12 Tagen macht nur etwas Albuminurie bei einem Hund von 9700 g.

Azarin. Hund von 10 Kilo erhält in 20 Tagen 20 g. Nur etwas Albuminurie.

Echtbraun. Hund von 5,6 Kilo verzehrt einen Monat lang täglich 2 g Farbstoff, er erkrankt nur an leichter, anhaltender Diarrhöe.

Chrysamin R. Grosse Dosen bringen nur schwache Albuminurie am Hunde hervor.

Buttergelb (Dimethylamidoazobenzol) nach Weyl für Kaninchen unschädlich.

B. Giftige.

Pikrinsäure. Giftigkeit namentlich für schwächliche Personen bedeutend, wenn auch überschätzt. 0,6—0,9 g Pikrinsaures Kali von Menschen oft auch für längere Zeit ertragen, wurde eine Zeit lang als Arzneimittel verwendet. Schon kleine Dosen machen Gelbfärbung von Haut und Konjunktiven.

Safransurrogat. (Goldgelb, Viktoriagelb, Viktoriaorange, Anilinorange = Kalium oder Ammoniumsalz eines Dinitrokresols.) Sehr giftig. 0,050 pro Kilo tödtet vom Magen aus Hunde unter heftigem Erbrechen, Dyspnoe und wiederholten Krämpfen. Auch tödtliche Vergiftung am Menschen bekannt durch c. $4^1/_2$ g, die statt Safran zur Erzielung von Abortus genommen waren.

Martiusgelb. (Naphtholgelb, Naphthalingelb, Manchestergelb, Safrangelb, Jaune d'or). Starkes Gift. 0,14 pro Kilo 2 Tage lang tödtet einen Hund unter Erbrechen, starkem Durst, Temperatursteigerung, Albuminurie.

Aurantia oder Kaisergelb. Von Gnehm ist ein Baseler Präparat giftig, von Verschiedenen sind Berliner Präparate ungiftig gefunden worden. Weyl konnte „aus Mangel an Material" den Stoff nicht prüfen.

Orange II. (Goldorange, β-Naphtholorange, Tropaeolin 000 N 2. Mandarin, Mandarin G extra, Chrysaurin.) 14 g in 3 Dosen tödten einen Hund von $10^1/_2$ Kilo in 19 Tagen. Diarrhöe, Appetitlosigkeit, Eiweissharn, Darmgeschwüre, Leber- und Nierenverfettung.

Metanilgelb (Orange M. N). In 12 Tagen tödteten 21 g Farbstoff einen Hund von $11^1/_4$ Kilo. Erbrechen, Albuminurie, Tod ohne charact. Symptome.

Safranin. Vom Magen aus einige Mal 2 g pro die ganz unschädlich, bei langem Gebrauche grosser Dosen erzeugt es Diarrhoen und Kachexie; schon 0,05 g pro Kilo Hund subcutan injicirt wirkt tödtlich. (Weyl Zeit. f. Hyg. 1889. VIII. 35). Weyl beobachtete Hautaffektion durch ein mit Safranin gefärbtes Taillenfutter.

Rothe Farben.

Roth.

A. ungiftig oder fast ungiftig.

Rouge soluble (Azorubin S, Echtroth C, Carmoisin).

Rouge pourpre (Neucoccin, Brillant-Ponceau, Cochenilleroth D, Echtroth D, Bordeaux S, Amaranth, Azosäurerubin 2 B.)

Bordeaux B. Echtroth B.

Ponceau R. (Ponceau 2 R, Xylidinroth, Xylidinponceau).

Metanitroazotin täglich 1—2 g für grossen Hund ungiftig.

Orseilleersatz (Naphthionroth). 24 g in einem Monat einem Hunde von 4,5 Kilo beigebracht waren ohne Schaden.

Kongoroth. Sehr grosse Dosen bis auf etwas Albuminurie unschädlich.

Fuchsin (Anilinroth, Rubin, Roseïn — unreine Fuchsine kommen wohl auch als Marron, Grenat, Geranium, Cerise in den Handel) ist vollkommen ungiftig. Menschen vertragen pro Tag 0,5 g längere Zeit, 50 mg waren 5 Wochen lang ohne Wirkung, Hunden gab man 20 g auf einmal ohne Schaden.

Säurefuchsin (Fuchsin S, Rubin S, Säurerubin, das Natronsalz der Sulfosäure des Fuchsin) ist ebenso zu beurtheilen.

Korallin, Paeonin, Rosolsäure siehe Seite 544. Auch bei Verfütterung wurde reines Korallin von Weikert unschädlich befunden.

Eosin, Erythrosin (hierher eine Reihe nah' verwandter, Brom und Jod haltiger Derivate des Fluoresceïns) nach Grandhomme für Kaninchen und die Arbeiter der Farbwerke ganz unschädlich. — Weyl beobachtete einen Fall, in dem eine Hautaffektion durch Tragen eines mit Eosin gefärbten Bandes auftrat — ob durch das Eosin?

B. giftig.

Bisher keiner bekannt.

Grün.

Grüne Farben.

Dinitrosoresorcin (färbt mit Eisenbeizen Baumwolle grün: Resorcingrün, Elsassgrün, Solidgrün). Grosse Dosen machen beim Hund höchstens etwas Albuminurie.

Naphtholgrün ebenso.

Säuregrün (Helvetiagrün), nach Cazeneuve ungiftig; wird nicht mehr hergestellt.

Malachitgrün ungiftig (Grandhomme).

Blau, violett und schwarz.

Blaue, violette und schwarze Farben.

Wollschwarz. Sehr grosse Dosen machen nur etwas Albuminurie.

Naphtholschwarz ebenso.

Azoblau ebenso.

Wasserblau (Chinablau, Marineblau) nach Cazeneuve ungiftig.

Indulin (grosse Gruppe nah verwandter Farbstoffe, hierher Coupier's Blau, Echtblau B und R, Acetinblau, Nigrosin) nach Cazeneuve ungiftig.

Methylviolett und Verwandte (Dahlia, Anilinblau [Gentianablau 6 B]) scheinen auch ganz ungiftig (Grandhomme, Stilling), ebenso

Säureviolett nach Cazeneuve.

Alizarinblau, im Wasser ganz unlöslich, nach Ehrlich so gut wie unschädlich vom Magen aus. **Alizarinblau S** (Natronsalz der Sulfosäure des Alizarins) ist giftig; 0,4 g pro Kilo ist für Katzen, etwa 1 g pro Kilo für Kaninchen Dosis lethalis.

Coeruleïn unlöslich ungiftig. } Ehrlich.
Coeruleïn S subcutan giftig. }

Indophenol, unslöslich im Wasser, macht Diarrhöen in grossen Mengen vom Darm aus. Ehrlich.

Methylenblau ist etwas giftig, doch vertragen nach Kowalewsky (C. f. die med. Wiss. 1878, S. 209) Katzen Veneninjektionen von 0,04 g in Kochsalzlösung sehr gut.

Litteratur.

Litteratur.

A. Werke, die das gesammte Gebiet betreffen.

1. Untersuchung.

Die auf Seite 36 citirten Werke, ausserdem:

Baumert, G. Lehrbuch der gerichtlichen Chemie. Braunschweig 1889. Sehr ausführlich. Bisher erst 1 Heft erschienen.

Vortmann, G. Anleitung zur chemischen Analyse organischer Stoffe. 1. Hälfte. Leipzig und Wien 1889. Sehr brauchbar und reichhaltig.

Otto, J. u. R. Anleitung zur Ausmittelung der Gifte. 6. Auflage 1884. Braunschweig.

Dragendorff, G. Die gerichtlich-chemische Ermittelung von Giften in Nahrungsmitteln, Luftgemischen, Speiseresten, Körpertheilen etc. 3. Auflage. Göttingen 1888. Enthält ausserordentlich viel Details (Citate) auch zur Beurtheilung.

2. Beurtheilung (vergl. auch die toxikologischen Werke auf Seite 108).

Harnack-Buchheim. Lehrbuch der Arzeneimittellehre und Arzeneiverordnungslehre. Hamburg und Leipzig 1883.

Husemann, Th. u. A. Handbuch der Toxikologie. Berlin 1862.

Nothnagel u. Rossbach. Arzneimittellehre. Berlin 1889.

Reichsgesetz, betr. den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 14. Mai 1879, mit Einleitung, Erläuterung und Register von Dr. A. Zinn. Nördlingen 1885.

Die Reichsgesetze über I. den Verkehr mit Blei- und zinkhaltigen Gegenständen,
II. die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben,
III. den Verkehr mit Ersatzmitteln für Butter
nebst einem Anhange, das Gesetz, betr. die Abänderung des Nahrungsmittelgesetzes vom 29. Juli 1887 enthaltend. Mit Einleitung, Erläuterungen, technischen Materialien und Sachregister von R. Haas. Nördlingen 1887.

Beide Bücher enthalten einen Theil der ausführlichen Materialien zur technischen Begründung der Gesetze, wie sie das K. Gesundheitsamt ausgearbeitet hat (siehe unten), wörtlich und viel juristische werthvolle Belehrung.

B. Arbeiten über Untersuchung und Beurtheilung einzelner anorganischer Stoffe.

Meyerhardt. Studien über ökonomische Kupfervergiftung. Dissertation. Würzburg 1890. Viel Litteratur und einige eigene Versuche.

Galippe. Annales d'hygiène publ. 1880, pag. 192 u. 531. (Bericht über die französischen Verhandlungen zur Regelung der Kupferfrage.)

Dumoulin. Academie royale de méd. de Belgique. Séance 28 Nov. 1885.

Gautier, A. Le cuivre et le plomb. Paris 1883.

Wolffhügel. Ueber Blei- und zinkhaltige Gebrauchsgegenstände. Technische Erläuterungen zu dem Entwurf eines Gesetzes über den Verkehr mit Blei und zinkhaltigen Gegenständen. Arbeit. aus dem kais. Gesundheitsamt. Bd. II. Ausserordentlich reichhaltige kritisch verarbeitete Kasuistik, speziell auch die Frage der bleiernen Wasserleitungsröhren ist ventilirt.

Sell, E. Technische Erläuterungen zu dem Entwurfe eines Gesetzes betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben etc. Arbeit. aus dem kais. Gesundheitsamt II. Bd.

Ungar u. Bodländer. Ueber die toxische Wirkung des Zinns mit besonderer Berücksichtigung der durch den Gebrauch verzinnter Konservenbüchsen der Gesundheit drohenden Gefahren. Zeitschr. f. Hyg. II.

Ungar u. Bodländer. Der Zinngehalt der in verzinnten Konservenbüchsen aufbewahrten Nahrungs- und Genussmittel und seine hygien. Bedeutung. Ergänzungshefte zum Centralblatt f. allgem. Gesundheitspflege. Bd. 1, pag. 49.

Jorban. Vergleichende Untersuchungen der wichtigeren zum Nachweise von Arsen in Tapeten und Gespinnsten empfohlenen Methoden. Dissertation. Dorpat 1889.

Rohde, A. Ueber die Angreifbarkeit der Nickel-Kochgeschirre durch organische Säuren. Arch. f. Hyg., IX. Hier auch die wichtigste neuere toxikologische Litteratur.

Pander, Heinrich. Ueber die Wirkungen des Chroms. Arbeiten des pharmakolog. Instituts in Dorpat. Heft II. Herausgegeben von Kobert. 1889.

C. Theerfarbstoffe.

Schultz, G. und Julius, P. Tabellarische Uebersicht der künstlichen organischen Farbstoffe. Berlin 1888. Unentbehrlich wegen Litteratur und Synonymen.

Witt, N. O. Versuch einer qualitativen Analyse der im Handel vorkommenden Farbstoffe. Chem. Industrie IX, pag. 1.

Weingärtner. Anleitung zur Untersuchung der im Handel vorkommenden künstlichen Farbstoffe. Chemik. Zeitung 1887, pag. 135 u. 165.

Knecht, Ed. Neue Farbstoffe. Chemik. Zeitung 1890, pag. 36.

Martinon. Erkennung der Farbstoffe auf der Faser. Zeitsch. f. angew. Chemie 1887, pag. 302 u. Lepetit ebendaselbst 1888 pag. 535.

Weyl, Th. Die Theerfarben mit besonderer Rücksicht auf Schädlichkeit und Gesetzgebung hygienisch und forensisch chemisch untersucht. Berlin 1889.

Erst 2 Lieferungen erschienen, unentbehrlich. Enthält auch einiges über Nachweis und die Litteratur.

Cazeneuve, P. La Coloration des Vins. Paris 1886.

Grandhomme. Die Theerfarben-Fabriken von Höchst und ihr Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter. Heidelberg 1883.

XIX. Abschnitt.

Gesichtspunkte bei der Erforschung der Ursachen einer Epidemie.

§ 496. So erfreulich auch unser Wissen über die Erreger einer grösseren Anzahl von Infektionskrankheiten in den letzten Jahren gewachsen ist, unsere sicheren Kenntnisse über die eigentlichen Ursachen des Zustandekommens von Epidemien mehren sich nur langsam. Es ist überhaupt — ich glaube den Ausspruch wagen zu dürfen — bisher noch kaum eine grössere Epidemie einwandfrei, voll und ganz erklärt, ein Zweifel, eine unerklärliche Erscheinung blieb stets. Hatte die Statistik es wahrscheinlich gemacht, dass z. B. das Wasser, die Milch, den Infektionserreger übertragen habe, so fehlte meist der direkte Nachweis des letzteren; war das Wasser nach allen Gründen der Logik als Infektionsübermittler ausgeschlossen, so wollte sich keine andere befriedigende Erklärung an seine Stelle setzen lassen; war ein Parallelismus von Grundwasserstand und Krankheitsbewegung ermittelt, so war Niemand im Stande zu erklären, wie diese beiden Dinge zusammenhingen. Nach meiner Ueberzeugung wissen wir zur Zeit eine Menge Dinge über die Ursachen der Infektionskrankheiten, aber für die Ursachen der Epidemien fehlt noch ein klares Verständniss — es mangeln die Brücken zur Verbindung der bakteriologischen und epidemiologischen Thatsachen. Neben weiteren biologischen Forschungen in den Laboratorien über die Eigenschaften der Infektionserreger sind vorurtheilsfreie vielseitige Beobachtungen von Epidemien von grossem Werthe, besonders wenn sich dieselben an kleinen, dem Beobachter bis in alle Einzelheiten bekannten oder wenigstens der Erforschung zugänglichen Orten abspielten.

Stand unseres Wissens von der Entstehung der Infektionskrankheiten.

Hauptaufgaben der Forschung.

Nur vergesse man nicht, dass gute epidemiologische Beobachtungen Jahre lang vor der Epidemie begonnen und jahraus jahrein fortgesetzt werden müssen. Das folgende Schema will den Gang auseinandersetzen, nach dem die Untersuchungen zu leiten sind.

Epidemiologische Beobachtungen

Untersuchungsplan.

A. Untersuchungsplan.

I. Allgemeine Beobachtungen über den Schauplatz der Epidemie, seine Bewohner und die meteorologischen Faktoren.

Allgemeine Beobachtungen.

§ 497. 1. Allgemeiner Charakter der Gegend. Geologie, Höhenverhältnisse, Wasserverhältnisse, Beschaffenheit der oberen Bodenschichten etc. Vergleiche Seite 179 u. folg.

2. Die meteorologischen Faktoren in möglichst eingehenden Einzelbeobachtungen, speziell Temperatur der Luft und des Bodens, Barometerstand, Niederschläge, Grundwasserstand, Kohlensäuregehalt der Grundluft. Abhängigkeit des Grundwasserstandes von den Niederschlägen oder vom Wasserstande eines Flusses.

3. Die hygienischen Einrichtungen der Gegend: Wohnungsverhältnisse, Wasserversorgung, Bezugsquelle der Nahrungsmittel (Milch, Fleisch etc.), Entfernung der Abfallstoffe, Besorgung der Wäsche etc. — Haben ausgedehntere Aufgrabungen, Baggerungen u. dergl. stattgefunden?

4. Die Verkehrs- und Lebensverhältnisse der Bewohner (Berufsartenstatistik), ständige Bevölkerung und Fremdenverkehr, Militär und Civilbevölkerung, Verkehr mit den Nachbarorten etc. (Verkehrsstatistik).

Soweit sich die Beobachtungen durch Karten, Pläne, Kurven u. s. w. ausdrücken lassen, hat dies zu geschehen — es wird dadurch eine weit raschere Orientirung als durch Tabellen erreicht (vergl. Seite 159).

II. Spezielle Beobachtungen über die erkrankten Menschen und deren Wohnungs- und Lebensverhältnisse.

Spezielle Beobachtungen.

§ 498. Diese Beobachtungen sind durch gedruckte Fragenschemata (Zählblättchen) zu erheben, die der behandelnde Arzt ausfüllt. Zur Erleichterung der Uebersicht können dieselben auf verschiedenfarbiges Papier entweder verschieden nach dem Geschlecht oder nach dem Wohnort u. s. f. gedruckt werden, im übrigen sind alle Zählblättchen gleich.

Fragenschema.

Dieselben sollen etwa folgende Fragen enthalten:

1. Personalien des Erkrankten.

Name, Vorname, Geschlecht, Heimatsort.

2. Wohnort.

Strasse, Hausnummer.

Etage, Angabe ob Vorderhaus oder Hinterhaus.

In Hotels, Kasernen etc.: Angabe der Zimmernummer.

Seit wann wohnt der Erkrankte in fraglicher Wohnung, resp. wo wohnte er in letzter Zeit, resp. von wo ist er kürzlich zugereist?

3. Beschaffenheit der Wohnung.

Wasserverhältnisse;

Abortverhältnisse; findet event. ein Ausströmen von Kanalluft statt.

Lage der Schlafzimmer.

Reinlichkeitsgrad der Wohnung.

Wie viel Köpfe pro Zimmer?

Sind schon Fälle der gleichen Krankheit vor dem jetzigen im gleichen Hause vorgekommen? Wurde dabei desinfizirt und wie?

4. Beschäftigung.

Wo hielt sich der Erkrankte in letzter Zeit vorwiegend auf, resp. wo war er in Arbeit, in der Schule etc.?

Was ist über die dortigen Verhältnisse im Sinne von Frage 2 und 3 zu ermitteln?

5. Ernährung.

Woher ist die Milch bezogen, event. sind gewisse Stoffe verzehrt, die mit der bestehenden Epidemie in Verbindung gebracht wurden z. B. künstliche Mineralwasser u. dergl.?

War die Ernährung gut, mittel oder ungenügend? — Event. ist ein anderer Maasstab für die Wohlhabenheit vorzuziehen, namentlich die Bewohnungsdichtigkeit als solcher zu betrachten?

Celli (C. f. B. V. 159) und Hesse (Zeit. f. Hyg. V) haben durch methodische Untersuchungen dargethan, dass sich auf zahlreichen unserer Speisen eine Reihe pathogener Pilze gut vermehren oder wenigstens längere Zeit gut erhalten können. Die Speisen wurden im Dampftopf sterilisirt und mit Reinkulturen geimpft und in verschiedenen Zeiträumen untersucht. Vorzügliche Nährböden stellt rohes und gekochtes Fleich, gekochtes Eiweiss und Milch dar. Sogar auf stark gesalzenen Würsten gedeiht Staphylococcus aureus; Typhus bleibt wenigstens einen Monat darauf am Leben, während Cholera in einigen Stunden abstirbt. Käse ist für Typhus, Milzbrand, Staphylococcus ein schlechter, für Cholera überhaupt kein Nährboden. Dagegen sollen sich Cholerabacillen im Gegensatz zu Typhus und Staphylokokken $2^1/_2$ Monat auf Apfel- und Birnscheiben vermehren, auf Melonenscheiben starben die Organismen meist rasch ab.

6. Verkehr.

Hat persönlicher Verkehr mit Kranken stattgefunden, event. Pflege von Erkrankten?

Hat indirekter Verkehr mit Kranken, d. h. mit Personen, die sich mit Krankenpflege beschäftigen stattgefunden, oder sind die Erkrankten mit von Kranken benützten resp. beschmutzten Gegenständen (z. B. Wäsche) in Berührung gekommen?

7. Ansteckungsmodus.

Wie, wo und wodurch glaubt sich Patient angesteckt, resp. weiss er nichts begründetes darüber zu sagen?

Erkrankungstag event. muthmaasslicher Ansteckungstag, wo ein solcher angegeben werden kann.

8. Spezielle Angaben.

Z. B. Patient hat seit Beginn der Epidemie kein ungekochtes Wasser getrunken; Patient ist seit Wochen als Desinfektionsarbeiter in infizirten Häusern beschäftigt gewesen etc.

III. Bakteriologische Untersuchungen.

Bakt. Untersuchungen.

§ 499. Manchmal z. B. bei Cholera können bakteriologische Untersuchungen der Ausleerungen schon zur Diagnose nöthig oder erwünscht sein.

Aufsuchung des Infektionserregers, so weit er bekannt ist, an allen Orten, an denen aus allgemeinen oder speziellen Gründen derselbe zu erwarten ist, also Untersuchung von Boden, Luft, Wasser, Zwischendecken, Milch und ev. anderen Nahrungsmitteln. Sehr frühzeitige und möglichst vervielfachte Untersuchung ist eine Hauptbedingung für den Erfolg; Arbeitstheilung unter mehrere Forscher wird meist nöthig sein.

Misslingt der direkte Nachweis, so können immerhin Untersuchungen erwünscht sein, ob z. B. in einem bestimmten Wasser der fragliche Infektionserreger ausdauern oder sich vermehren könne u. dgl. biologische Studien mehr.

B. Verwerthung der Beobachtungen.

Verwerthung der Beobachtungen

§ 500. Ist das Material der Zählblättchen vollständig, so wird es verwerthet, indem man es successive nach den verschiedensten Gesichtspunkten ordnet und die Ergebnisse tabellarisch aufzeichnet. Einmal werden wir z. B. die Zählblättchen nach Strassen und Quartieren, einmal nach Höhenlage, nach den Wasserverhältnissen u. s. f. zusammengruppiren und uns so rasch über die Häufigkeit der Krankheit unter den verschiedenen Bedingungen orientiren. Die erhaltenen Resultate werden in Tabellen oder graphisch aufgezeichnet.

Im Besitze aller dieser Ermittelungen kann man nun versuchen, folgende Fragen zu beantworten:

I. Woher stammt die Epidemie ursprünglich? Wie hängen die ersten Erkrankungsfälle mit auswärtigen und unter einander zusammen? Was war der Einschleppungsweg? Haben Menschen oder leblose Gegenstände die Einschleppung besorgt?

II. Wie verhält sich das An- und Abschwellen der Epidemie im Ganzen oder an einzelnen ausgezeichneten Herden zum Gange der meteorologischen Faktoren und zum Steigen und Sinken des Grundwassers (alles graphisch darzustellen)?

III. Sind die Erkrankungen in irgend einer erkennbaren Weise örtlich gruppirt resp. bestimmte Gegenden hervorragend befallen?

a) Wenn Ja, was ist dann an dieser Lokalisation Schuld, resp. wie verhalten sich die besonders heimgesuchten Orte (Strassen, Häuser) nach folgenden Gesichtspunkten im Vergleich zu den freigebliebenen?

1. Lage in der Höhe oder Tiefe, in einer Mulde, an einem Steilrand, auf einem Hochplateau etc.
2. Durchlässiger oder undurchlässiger Untergrund. Reinlichkeit und Wassergehalt des Bodens.
3. Trinkwasserhältnisse.
4. Kanalisation.
5. Milchversorgung.
6. Wohnungsdichtigkeit und Wohlhabenheit, Insolationsverhältnisse der Wohnungen.
7. Berufsverhältnisse.
8. Fremdenverkehr.

b) Wenn Nein, lässt sich vielleicht irgend sonst ein gesetzmässiger Faktor in dem Auftreten der Erkrankungen erkennen? z. B.

1. Befallensein gewisser Altersklassen.
2. Befallensein gewisser Berufsklassen.
3. Lässt sich irgend eine gemeinsame disponirende Ursache bei den Erkrankten auffinden (z. B. ungenügende Nahrung)?

Die Fragen sub b werden auch dann zu erwägen sein, wenn auffallende Lokalisationen vorhanden sind.

IV. Als Ergänzung zu der Betrachtung, in wie weit sich die befallenen Gegenden vor den unbefallenen durch irgend welche Merkmale auszeichnen, dient folgende Erwägung: Verhalten sich vielleicht mit den gleichen hygienischen Einrichtungen versehene, also der gleichen Infektionsgefahr ausgesetzte Quartiere oder Gegenden verschieden in ihrer Krankheitsfrequenz? Es sind namentlich solche Betrachtungen nöthig, wenn die sub III beschriebenen Studien ein Gesetz enthüllt zu haben scheinen, z. B. es wahrscheinlich gemacht haben, dass ein bestimmtes Leitungswasser schuld an den Erkrankungen sei. Etwa Folgendes wäre in diesem Falle zu erwägen:

Sind alle Häuser, Strassen, Stadttheile, die das fragliche Wasser beziehen, gleichmässig befallen:

a) Wenn ja, haben sie vielleicht ausser der Wasserversorgung noch in der Lage, Einwohnerschaft, Reinlichkeitsgrad u. s. f. solche Uebereinstimmung, dass nicht nothwendig das Wasser schuld zu sein braucht;

b) wenn nein, ist vielleicht die überraschende Thatsache, dass einzelne öffentliche Gebäude, Krankenhäuser etc. obwohl sie das verdächtigte Wasser genossen, gesund blieben, so zu erklären, dass das Wasser zwar vorhanden war, aber nicht oder nur gekocht getrunken wurde u. s. f.

Mit ähnlichem Skepticismus sind alle im Abschnitt III erlangten Resultate zu prüfen — leider führt bisher fast stets der Skepticismus zu der unbefriedigenden Antwort, dass ein bestimmter Infektionsweg auf diese Weise nicht absolut sicher zu erweisen sei.

V. Von ausschlaggebender Bedeutung für die volle Aufklärung der Epidemie können bakteriologische Befunde werden, doch muss auch hier logischer Weise, um volle Sicherheit zu haben, verlangt werden, dass nicht auch vor und nach der Epidemie der Infektionserreger ebenso wie zur Zeit der Epidemie vorhanden gewesen sei u. s. f. Nur fortlaufende Untersuchungen ergeben hier Sicherheit.

Litteratur.

Einige Beispiele solcher Untersuchungen liefern folgende Arbeiten:

Almquist. Ueber Einfluss von Jahreszeit und Witterung auf das Auftreten von Infektionskrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der lokalen Epidemien. Z. f. Hyg. V.

Almquist, E. Das Verhalten von Typhoidfieber, Diphtherie und Cholera im selben Hause während einer längeren Zeitperiode. Z. f. Hyg. II.

Port. Bericht über das erste Decennium der epidemiologischen Beobachtungen in der Garnison München. Arch. f. Hyg. I.

v. Fodor. Ueber den Einfluss der Wohnungsverhältnisse auf die Verbreitung von Cholera und Typhus. Arch. f. Hyg. II.

v. Pettenkofer. Ist das Trinkwasser Quelle von Typhusepidemien. Zeit. f. Biol. X.

v. Pettenkofer. Boden und Grundwasser in ihren Beziehungen zu Cholera und Typhus. Zeit. f. Biol. V.

Gaffky. Zur Aetiologie des Abdominaltyphus. Mittheil. a. dem Ges.-Amt. Bd. 2, 1884.

Soyka. Zur Aetiologie des Abdominaltyphus. Arch. f. Hyg. VI.

Linroth Klas. Typhus, Diarrhöe und Trinkwasser in Stockholm. Arch. f. Hyg. IX.

Die Wasserversorgung von Zürich, ihr Zusammenhang mit der Typhusepidemie des Jahres 1884. Zürich 1885.

Reincke. Der Typhus in Hamburg mit besond. Berücksichtigung der Epidemien 1885 bis 1888. Hamburg 1890.

v. Pettenkofer. Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage. Arch. f. Hyg. V—VII. Auch separat. München 1887. Enthält die Quintessenz der epidemiologischen Arbeiten v. Pettenkofer mit sehr vielen Citaten.

Koch u. Gaffky. Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Aegypten und Indien entsandten Kommission. Arbeiten aus dem k. Gesundheitsamt Bd. III.

v. Pettenkofer. Der epidemiologische Theil des Berichtes über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera u. s. w. entsandten deutschen Kommission. München 1888.

Gaffky, F. Die Cholera in Gonsenheim und Finthen im Herbst 1886. Arb. aus dem k. Gesundheitsamt II.

Cramer. Choleraepidemien. Hygien. Tagesfragen VIII. München 1889.

Cornet. Die Verbreitung der Tuberkelbacillen ausserhalb des Körpers. Zeit. f. Hyg. V.

Pfeiffer L. Untersuchungen über den Einfluss der Bodenräume auf die Verbreitung und den Verlauf der Cholera. Zeit. f. Biol. VII.

Cornet. Die Sterblichkeitsverhältnisse in den Krankenpflegerorden. Zeit. f. Hyg. VI.

Keesbacher. Die Tuberkulose im Laibacher Strafhause und ihre Bekämpfung. Arch. f. Hyg. X.

Schäfer, Fr. Die Tuberkulose im Zuchthause Kaisheim. Arch. f. Hyg. X.

v. Kranz. Versuche, den Ursprung einer Scharlachepidemie während des Jahres 1883 im 1. hessischen Infanterieregiment Nr. 81 festzustellen. Arch. f. Hyg. II.

XX. Abschnitt.

Untersuchung und Beurtheilung von Desinfektionsmitteln und Desinfektionsapparaten.

I. Chemische Desinfektionsmittel.

§ 501. Alle Desinfektionsmittel kommen entweder gasförmig oder in wässeriger Lösung zur Verwendung; es ist Zweck der Untersuchung zu bestimmen, wie gross der Prozentgehalt der Luft resp. des Wassers an dem Desinfektionsmittel sein muss, damit dasselbe noch seinen Zweck in der gewünschten Zeit erfüllt. Chemische Desinfektionsmittel.

Vier Stufen[1]) von ungünstiger Beeinflussung von Mikroorganismen sind denkbar (nach Hüppe): Stufen der Schädigung von Mikroorganismen.

1. Das Wachsthum wird nicht gestört, aber die pathogenen, zymogenen etc. Funktionen abgeschwächt. **Abschwächung, Mitigation.**

2. Die Organismen können sich nicht mehr vermehren, werden aber noch nicht getödtet. **Asepsis, Kolysepsis.**

3. Die vegetativen Zustände der Mikroorganismen werden vernichtet, aber nicht die Dauerformen (Sporen). **Antisepsis.**

4. Vegetative- und Sporenformen werden getödtet. **Sterilisation** oder **Desinfektion.**

Eine Abschwächung wird nur zu ganz bestimmten Zwecken (Herstellung von Schutzimpfstoffen) herbeigeführt. Zwischen 3 und 4 wird oft nicht unterschieden, im Allgemeinen wünschen wir durch unsere Maassregeln vollkommene Sterilisation zu erreichen.

Zu Desinfektionsversuchen verwendet man meist Milzbrandbacillen, Milzbrandsporen, Typhusbacillen, Choleravibrionen und Staphylococcus pyogenes aureus; zuweilen, wenn es sich um Prüfung der höchsten Leistungsfähigkeit handelt, auch Sporen von gewissen Saprophyten z. B. des Heubacillus, des Mesentericus vulgatus, oder die Sporen der Gartenerde bewohnenden Bacillen. Wichtigste Bakterienarten für Desinfektionsversuche.

v. Esmarch hat nachgewiesen, dass Milzbrandsporen, von verschiedenen Kulturen zu verschiedenen Zeiten gewonnen, sehr verschiedene Resistenz gegen chemische und thermische Einwirkungen besitzen (Zeitschr. f. Hyg. V. 71). Eine grosse Anzahl von Proben zeigte sich in 5% Karbolwasser am vierten Tage vollkommen getödtet, andere Milzbrandsporen.

[1]) Als allererste Andeutung einer Schädigung beobachtet man verzögerte Entwickelung nach Uebertragung auf gute Nährböden (so wirken Hitze, Kälte und chemische Stoffe).

nach 16—21 Tagen noch am Leben, eine sogar nach 42 Tagen. Aehnlich verschieden war die Resistenz gegen strömenden Dampf. Es hat also jeder Untersucher, der ein neues Desinfektionsmittel gegen Milzbrandsporen prüft, anzugeben, wie widerstandsfähig die von ihm verwendeten Sporen gegen Karbolsäure waren. Oder besser, da sich, wie C. Fränkel (Z. f. Hyg. VI. Seite 524 und 525) mittheilt, diese verschiedene Widerstandsfähigkeit als Rasseneigenthümlichkeit vererbt, sollten eigentlich künftig nur äusserst widerstandsfähige Sporen zu solchen Versuchen verwendet werden. Fränkel nennt die in 5% Karbolsäure unter zehn Tage am Leben bleibenden „schwach widerstandsfähig", solche die 10—20 Tage leben „mittel", solche von 20—40 Tagen „hoch", solche die über 40 Tage leben „äusserst widerstandsfähig".

Gewöhnlich verfährt man zur Prüfung von desinfizirenden Flüssigkeiten[1]) so:

1. Bestimmung der Konzentration, die Asepsis verbürgt[2]).

Asepsis. § 502. Man stellt sich z. B. eine zehnprozentige Lösung der Desinficiens her und setzt davon 1, 0,5, 0,3, 0,1 cbcm zu je 10 cbcm verflüssigter Gelatine. Dann enthalten die Röhrchen 1%, 0,5%, 0,3%, 0,1% der Desinficiens; man legt nun mit dem zu kontrollirenden Pilz Stich- oder Strichkulturen und Platten an. Man kann auch mit bloss sporenhaltigem Material impfen (Material, das vorher durch halbstündiges Erwärmen auf 70° von allen Bacillen befreit ist) und sehen, ob diese Sporen zu Kulturen auskeimen.

2. Bestimmung der Konzentration, die Antisepsis verbürgt.

Antisepsis. § 503. Man züchtet den zu untersuchenden Pilz in Bouillon und versetzt 10 cbcm der noch sporenfreien, zur Abscheidung etwaiger Bacillenklümpchen, durch Asbest filtrirten Bouillon wie oben mit gewissen Mengen Desinficienslösung von bekanntem Gehalte. Aus diesen Röhrchen nimmt man nach 1 Min., 5 Min., 10 Min., 15 Min., 30 Min., 1 Stde. u. s. f. eine kleine Platinöse voll Material, bringt diese in 10 cbcm verflüssigte Gelatine und giesst Platten. Man erhält so Angaben wie: x% des Desinficiens tödtet in 20 Minuten, y% in 1 Min. u. s. f. Hat man die Vermuthung, es könnte die in der Oese mitübertragene Spur Desinficiens dadurch, dass sie die Gelatine aseptisch machte, Tödtung der Pilze vorgetäuscht haben, so macht man zur Kontrolle eine Impfung von frischem Pilzmaterial in eine Gelatine, der man eine gleiche Spur der desinfizirenden Flüssigkeit zugesetzt hat.

Man hat auch schon Bacillen ohne Sporen und Kokken an Seidenfäden oder Fliesspapierstückchen unter dem Exsiccator angetrocknet, ähnlich wie die sporenhaltigen Präparate unter 3 verwendet.

1) Desinfektion durch Gase hat sich sehr schlecht bewährt; schweflige Säure, Chlor und Brom wirken erst in sehr grossen Dosen und bei langer Anwendung. Ueber die Technik dieser Versuche vergleiche Mittheilungen aus dem k. Gesundheitsamt: Proskauer, über schweflige Säure, Bd. I, 234. Fischer und Proskauer über Chlor und Brom, Bd. II, 228. Buchner, Centralblatt für Bakteriologie. 1887. Bd. II, No. 12.

2) Geppert hat neuestens gezeigt, dass häufig, wenn die Prüfung durch Kulturmethoden Tödtung der Mikroorganismen (Milzbrandsporen) erkennen zu lassen schien, eine gleichzeitige Verimpfung auf Thiere letztere noch tödtete. Daraus folgt die Nothwendigkeit, die durch Kulturversuche gewonnenen Resultate schliesslich durch Thierversuche zu kontrolliren.

3. Untersuchung auf das sporentödtende Vermögen.

§ 504. Sporenhaltiges Material pflegte man bisher an Seidenfäden angetrocknet zu verwenden (vergl. S. 73 u. 74). Man brachte die Seidenfäden in Schälchen mit Wasser, dem bestimmte Mengen des Desinficiens zugesetzt sind, während einer genau bestimmten Zeit. Darauf nahm man die Fäden heraus, wusch sie durch Umschwenken in sterilem Wasser ab und drückte sie in eine mit Agar ausgegossene Glasdose, die in den Brutschrank kam. Sporentödtung.

Schon ältere Versuche von Nägeli und H. Buchner hatten gezeigt, dass dabei unter Umständen ein unreines Resultat erhalten wird, indem Theilchen des Nährbodens die Sporen umhüllen und gegen die Einwirkung des pilztödtenden Mittels schützen; die Resultate lassen also die Wirkung des Desinfektionsmittels zu ungünstig erscheinen. Neuerdings hat Geppert nachgewiesen, dass aber auch eine umgekehrte Täuschung vorkommen kann, z. B. absorbiren Seidenfäden sehr rasch soviel Sublimatlösung, dass ein einfaches Abwaschen nachher die Fäden noch lange nicht von Sublimat befreit. Die Sporen keimen nachher, in Gelatine gebracht, nicht deswegen nicht aus, weil sie todt sind, sondern weil die umgebende Gelatine durch das hineindiffundirende Sublimat aseptisch ist. Fehlerquellen der Seidenfäden mit Sporen.

Man arbeitet deshalb mit sporenhaltigen Flüssigkeiten, d. h. mit einer Aufschwemmung sporenhaltiger, auf Agar gewachsener Kulturrasen in sterilisirter Bouillon, die leicht herzustellen ist, indem man auf eine schräge Agarkultur ein wenig Bouillon giesst, nun mit der Nadel etwas über die oberflächlichen Kulturrasen hinstreift und die Emulsion noch durch Glaswolle filtrirt. Diese Flüssigkeit lässt sich genau nach Abschnitt 2 behandeln.

Mehr an die Methode mit den Seidenfäden lehnt sich an ein Antrocknen der wässerigen Suspension an sterilisirte Glas- oder Metallstückchen (Nägel, Deckgläser u. s. w.); diese Objekte sind, nachdem sie in der Desinfektionsflüssigkeit verweilten, leicht durch gründliches Abspülen mit Wasser oder Alkohol vollkommen von anhaftenden Desinficiensspuren zu befreien.

§ 505. Neben diesen Prüfungsmethoden, die mehr theoretische Ziele verfolgen und zum Vergleichen der einzelnen Mittel unumgänglich sind, sind Versuche, die sich ganz der hygienischen Praxis anschliessen, nothwendig. Es sind Versuche z. B. mit wirklicher (ev. künstlich) beschmutzter Wäsche, künstlich mit Cholerabacillen versetzten Stühlen, dem ganzen Sputum von Phthisikern anzustellen; es werden bei diesen Versuchen stets erheblich grössere Mengen des Desinficiens zur Erreichung der Desinfektion nöthig gefunden als für Reinkulturen. Praktische Desinfektionsversuche.

Damit ein chemisches Desinfektionsmittel zur allgemeinen Anwendung für das grosse Publikum empfohlen werden kann, muss es: Anforderungen an ein ideales Desinfektionsmittel.

1. Rasch Sterilisation herbeiführen, auch wenn die Infektionserreger mit grossen Mengen organischer Substanz gemischt sind.

2. Billig, leicht zu beschaffen und aufzubewahren sein.

3. Kein heftiges Gift sein. Erwünscht sind Eigenschaften, die, wie unangenehmer Geschmack, vor seinem Genusse warnen. Selbstredend setzt ein zu intensiver Geruch der Verwendung auch wieder Schranken.

4. Leicht in seiner Wirkung zu kontrolliren sein. Das letztere trifft für Säuren und starke Alkalien ein; sowie z. B. soviel Aetzkalk zu einer Stuhlentleerung zugesetzt ist, dass rothes Lackmuspapier stark blau wird, ist nach Pfuhl in einer Stunde eine Desinfektion der beigemischten Typhus- und Cholerabacillen sicher erreicht.

5. Die zu desinfizirenden Gegenstände möglichst wenig beschädigen.

Ein Desinfektionsmittel, das allen diesen Anforderungen entspräche, existirt bisher nicht; Sublimat in Verbindung mit Säuren, Aetzkalk, Chlor und Karbolsäure streiten zur Zeit um den Vorrang.

Die speziellen Anforderungen an chirurgische etc. Desinfektionsmittel gehören nicht hierher.

II. Desinfektion durch Hitze.

Prüfung von Apparaten für Desinfektion durch Hitze.

§ 506. Die Prüfung thermischer Desinfektionsapparate vollzieht sich so, dass man Milzbrandsporenfäden[1]) in sterilisirtes Papier eingeschlagen, Kartoffelstücken mit Kulturen von Milzbrandbacillen, kleine Paketchen sporenhaltiger Gartenerde in den zu prüfenden Apparat giebt. Da diese Apparate vorwiegend zur Desinfektion von Kleidern und Bettzeug dienen, so bringt man die Papierchen in das Innere von Wäsche- oder Deckenbündel. Man setzt nun den Apparat in Gang und öffnet unter der Kontrolle eines Thermometers, das die Innentemperatur des Raumes anzeigt, nachdem z. B. ½ Std. oder 1 Std. eine bestimmte Temperatur, z. B. 100 oder 105° im Desinfektionsraume geherrscht, denselben und konstatirt durch Kultur- oder Impfversuche die Wirkung auf die Bakterien. Immer ist längere Zeit zu warten (14 Tage), ehe man eine Kultur als steril ansieht, denn die Entwickelung ist stets verlangsamt. Man kann durch Thermometer, die ein Läutwerk in Bewegung setzen, sobald das Quecksilber bei einem bestimmten Stande einen elektrischen Kontakt schliesst, die Temperatur der Prüfungsobjekte ersehen. Zeigt z. B. ein solches Thermometer im Inneren eines Wäschestückes 100° an, so wissen wir, dass höchstens ½ bis ¾ Stde. später alle bekannten pathogenen Pilze und Sporen vernichtet sind.

Anforderungen.

Es scheint ungerechtfertigt, einen Apparat für schlecht zu erklären, der nicht auch die widerstandsfähigsten Sporen (Heubacillus, Bacillen aus Gartenerde) rasch zerstört, wozu gespannte Dämpfe nöthig sind[2]). Wir dürfen als sicher ansehen, dass die unbekannten Erreger der ätiologisch noch ungenügend er-

---

1) Hier sind Sporenfäden zulässig, sie müssen aber mit einer Sporenemulsion frei von Agar bereitet sein.

2) Ueber die Empfindlichkeit einzelner Bacillen gegen Hitze siehe Seite 350 (Milch).

forschten Krankheiten: Masern, Scharlach, Pocken etc. keinenfalls widerstandsfähiger als Milzbrandsporen sind. Wenn (widerstandsfähige) Milzbrandsporen in 1/2—3/4 Std. vernichtet werden, der Anschaffungspreis nicht zu hoch, die Ausführung solid, der Kohlenverbrauch mässig ist, so ist der Apparat empfehlenswerth, vorausgesetzt, dass die zu desinfizirenden Gegenstände dem Apparat trocken, ohne Flecken oder sonstige Beschädigung verlassen. — Unter Umständen ist Werth auf Transportirbarkeit des ganzen Apparates zu legen.

Auf die Gründe, warum die einzelnen Apparate verschieden gut und billig arbeiten, ist hier nicht einzutreten, die citirten Litteraturangaben gewähren hierüber eingehende Auskunft.

Litteratur.

Koch, R. Ueber Desinfektion. Mittheil. aus dem Gesundheitsamte. Bd. I.
Hüppe, F. Die Methoden der Bakterienforschung. 4. Auflage. Wiesbaden 1889.
Wernich. Grundriss der Desinfektionslehre. 3. Auflage. Wien und Leipzig 1889.
Geppert. Zur Lehre von den Antisepticis. Berl. klin. Wochensch. 1889. No. 36. Ueber desinfiz. Mittel und Methoden. Ebenda 1890. No. 11.

Als Beispiele neuerer Untersuchungen seien erwähnt:

Pfuhl. Desinfektion der Typhus- und Choleraausleerungen mit Kalk. Z. f. Hyg. VI.
Pfuhl. Desinfektion der Latrinen mit Kalk. Zeitsch. f. Hyg. VII.
v. Esmarch. Ueber Kreolin. Centralbl. f. Bakt. II. Seite 295.
Henle, A. Ueber Kreolin und seine wirksamen Bestandtheile. Arch. f. Hyg. IX.
Laplace. Deutsche med. Wochenschrift 1887, No. 40.
Fränkel, C. Die desinfizirenden Eigenschaften der Kresole. Z. f. Hyg. VI.
Jäger, H. Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener chemischer Desinfektionsmittel bei kurzdauernder Einwirkung auf Infektionsstoffe. Arb. d. kais. Gesundheitsamts V.
Ohlmüller. Versuche über die desinfizirende Kraft der synthetischen Karbolsäure Arb. d. kais. Gesundheitsamts VI.
v. Esmarch. Henneberg's Desinfektor. Z. f. Hyg. II.
Gruber, Max. Ueber die Thursfield'schen Desinfektoren. Gesundheitsingenieur 1888. No. 9.
v. Esmarch. Ueber die desinfizirende Wirkung des strömenden überhitzten Dampfes. Z. f. Hyg. IV.

Nachträge und Berichtigungen.

Seite 4. Zum Ersatz des Gases wird in neuester Zeit empfohlen: Barthel's Spiritusbrenner, der den Bunsenbrenner und Barthel's Benzinbrenner, der das Gasgebläse ersetzt. Ersterer kostet 10, letzterer 15 Mark, zu beziehen von G. Barthel in Niederpoyritz bei Dresden, jetzt wohl auch durch alle Handlungen von Laboratoriumsbedürfnissen.

Seite 40. Ueber die Untersuchung anaërober Pilze im hängenden Tropfen mit Hilfe von Pyrogallussäure und Kalilauge vergl. Nikiforoff. Zeit. f. Hyg. VIII.

Seite 42. Für gewöhnlich verdient Fuchsin zu Färbungen den Vorzug, Gentianaviolett liefert beständigere Färbungen als Methylviolett, überfärbt aber leicht.

Seite 60. Der Gasdruckregulator von Moitessier ist nicht korrekt beschrieben. Der steigende Gasdruck hebt mit der Glocke (Fig. 30) gleichzeitig das an derselben befestigte konische Ventil und schliesst damit den Gasstrom theilweise ab, dadurch regulirt sich die Flamme. Die Regulirung mit den Gewichten hat nur im Anfang einmal (Einstellung auf den niedersten Gasdruck) zu geschehen.

Seite 60. Der beste Ueberzug für Brut- und Trockenkästen ist Asbestpappe, die sich leicht und haltbar mit Wasserglas aufkleben lassen soll.

Seite 66. Zeile 11 von oben. Statt Tinte benützt man zum Bezeichnen von Glas- und Porzellangegenständen besser bunte Fettstifte, die auf warme Flächen sehr gut schreiben.

Seite 69. Die Kultur der Anaëroben ist in neuerer Zeit vielfach vereinfacht worden Für Reagenzglaskulturen kommt man meist damit aus, dass man die Stich-, Schüttel- oder Rollplattenkultur mit der Mündung nach unten einspannt, einen kräftigen Strom Wasserstoff unter Wegnehmen des Wattepfropfs einleitet und rasch mit einem in kochendem Wasser sterilisirten Gummipfropf verschliesst, ohne dabei das Gasentbindungsrohr weit von der Mündung des Reagenzglases zu entfernen.

Eine einfache Methode für Agarplatten gab Blücher an (Zeitschr. f. Hyg. VIII): Man klemmt eine Petri'sche Schale in einer grösseren Glasschüssel mit etwas Draht fest, stülpt einen Trichter über die innere Schale und beschwert denselben mit Blei. Diesen Apparat sterilisirt man bei 140°, lässt dann abkühlen, giesst wie gewöhnlich eine Zuckeragarplatte in der inneren Schale, indem man den Trichter einen Augenblick lüftet und füllt dann den Zwischenraum beider Schalen mit 3—4fach verdünntem Glycerin, leitet 15 Min. durch den Trichter einen kräftigen mit alkalischer Pyrogallussäure gewaschenen Wasserstoffstrom und klemmt schliesslich das über die Trichterspitze gezogene Schlauchstück, durch das der Wasserstoff eingeleitet wurde, während das Einleiten noch fort-

dauert, mit einer Schraubenklemme ab. Da in die Trichterspitze vor der Sterilisirung ein Wattepfropf gesteckt wurde, wird der Gasstrom gleich filtrirt. Den so beschickten Apparat stellt man in den Brutschrank, bis sich Kolonien auf dem Agar zeigen.

Seite 74. Eine gute mit einer Hand zu regierende, sehr leicht zu sterilisirende, billige Spritze für Injektionen verdanken wir Strohschein. Vergl. Centr. für Bakt. VII Seite 746.

Seite 79. Brieger und C. Fränkel (Berliner klin. Wochenschrift 11 und 12) haben die wichtige Entdeckung gemacht, dass eine grosse Anzahl Bakterien ihre Giftwirkung der Bildung von „Toxalbuminen“ verdanken, Stoffen, die den Eiweisskörpern nahestehen. Auch das Schlangengift und verschiedene Pflanzengifte gehören hierher. Die Bouillonkulturen werden durch Chamberland'sche Filter filtrirt, im Vakuum eingedampft, mit Alkohol gefällt, die Produkte sind theils löslich (z. B. Diphtherie), theils unlöslich (Typhus) im Wasser.

Seite 86. Nach Babes und Puscariu (Zeitschr. f. Hyg. VIII. 376 u. f.) wäre Löffler's Bacillus der Taubendiphtherie doch der wirkliche Erreger dieser Krankheit wenigstens in der Mehrzahl der Fälle.

Seite 87. Ueber die Differentialdiagnose des Typhusbacillus (oft eine sehr schwierige Arbeit) sind allerneuestens eine Reihe guter Arbeiten erschienen.

Petruschky hat die Säure und Alkalibildung vieler Bakterienarten in neutraler Molke, die er mit Lackmus färbte, beobachtet. Es zeigte sich, dass die Typhusbacillen unter ähnlichen Arten durch ihre schwache Säurebildung hervorragen. Centralblatt für Bakt. VI. N. 23 u. 24. VII. N. 1 u. 2.

Als weiteres Hilfsmittel zur Unterscheidung der Typhusbacillen von ähnlichen Arten, empfiehlt Kitasato die Prüfung der Bacillen auf ihre Fähigkeit, Indol zu bilden:

Man kultivirt 24^h in 10 cbcm 1% Pepton enthaltender Bouillon und setzt dann 1 cbcm einer Kaliumnitritlösung zu, die 0,02 g in 100 cbcm enthält, und hierauf einige Tropfen konzentrirter Schwefelsäure. Alle typhusartig auf Gelatine wachsenden Bakterien (Kitasato prüfte 16 Arten) liefern so Rothfärbung der Bouillon wegen Anwesenheit von Indol; Typhusbakterien bilden kein Indol und die Bouillon bleibt farblos. (Zeitschr. f. Hyg. VII.)

Sehr werthvolle Beiträge zur Differentialdiagnose der Typhusbacillen hat Holz im Löffler'schen Laboratorium geliefert. Er fand, dass auf einer nicht neutralisirten sauren Gelatine, die aus dem durch Kochen sterilisirten ausgepressten Safte frischer roher Kartoffeln mit Zusatz von 10% Gelatine bestand, die Typhusbacillen gut und sehr charakteristisch wachsen, dass dagegen die Mehrzahl der übrigen Spaltpilze auf diesem Nährboden (10 g brauchen 2,4—3,2 cbcm Zentelnormallauge zur Neutralisirung) nicht wachsen. Durch Zusatz von $0{,}05\%$ Karbolsäure zur Kartoffelgelatine werden auch die Schimmelpilze sehr erheblich im Wachsthum gestört, ebenso die Entwickelung der die Kartoffelgelatine verflüssigenden Bakterienarten, während die Typhusbacillen nur um 1 Tag verzögert werden. Zur Untersuchung von Erde- und Schmutzproben verwendet man direkt eine wässerige Aufschwemmung derselben mit Kartoffelgelatine gemischt, die $0{,}05\%$ Karbolsäure enthält. Zur Untersuchung pilzreichen Wassers setzt man 0,25 g Phenol zu 100 cbcm des zu prüfenden Wassers und säht davon nach 3 stündigem Stehen 0,5—1 cbcm in Kartoffelgelatine.

Das Wachsthum in Kartoffelgelatine ist namentlich folgendermaassen charakterisirt: Die oberflächlichen Kulturen auf der Platte sind sehr klein, erreichen nicht über 1,5 mm im Durchmesser, sind stets durchsichtig, die tiefliegenden werden von Tag zu Tag dunkler, zuletzt braungelb grünlich schimmernd. An Stichkulturen fällt das fehlende Oberflächenwachsthum auch auf. Mit Hilfe dieser Methode wies Holz die Existenz von Typhusbacillen in damit versetzten nicht sterilisirten, stark verunreinigten Wässern oft noch nach 14—18 Tagen nach (vergl. Seite 237). (Zeitschr. f. Hyg. VIII.)

Schiller erklärt in Uebereinstimmung mit Hans Buchner das „atypische“ (gefärbte üppige Aussehen) mancher Kartoffelkulturen des Typhusbacillus durch alkalische

Reaktion der verwendeten Kartoffeln veranlasst und giebt an, es sei leicht durch künstliche Alkalisirung der gewöhnlichen sauren Kartoffeln dieses Wachsthum hervorzurufen (Arbeit. aus dem kais. Gesundheitsamt. Bd. V.).

Seite 88. Beim Milzbrandbacillus ist die Aestchenbildung durchaus nicht stets wie beschrieben auf den obersten Theil der Stichkultur beschränkt; es kommen Kulturen zur Beobachtung, die fast wie Bac. mycoides Aestchen besitzen; ich habe aber auch schon Kulturen ganz ohne Aeste besessen. Einen sicheren Grund kann ich nicht angeben.

Seite 91. Zur Isolirung von Cholerabacillen aus Stühlen und anderen Flüssigkeiten, die nicht sehr reich an denselben sind, hat Schottelius vorgeschlagen, erst eine kleine Menge in ein Kölbchen mit Bouillon zu impfen, dies 20[h] bei Körpertemperatur zu halten, und dann namentlich die oberflächlichsten Schichten des Kolbeninhaltes mit der Plattenmethode zu untersuchen. Gruber, Bujwid, Heim, Karlinski fanden diese Methode gut.

Seite 92. Sehr ähnlich dem Cholerabacillus ist auch der Vibrio Metschnikoffi Gamaleïa, der Erreger der russischen Vibrionensepticämie des Geflügels. Derselbe giebt auch (allerdings mit etwas mehr gelblicher Farbe) die Bujwid'sche Reaktion. Der Hauptunterschied ist, dass er höchst pathogen für Tauben ist, bei denen er nach subkutaner Impfung massenhaft im Blute erscheint. Vergl. Pfeiffer, R. Zeitschr. f. Hyg. VII. Daselbst auch gute Photogramme.

Seite 93. Vom Diphtheriebacillus ist jetzt nachgewiesen, dass er auch schon bei Temperaturen von 20° und auf gewöhnlicher Fleischwasserpeptongelatine wächst.

Seite 95. Ueber Tetanus vergl. auch Kitt. Cent. f. Bakt. VII.

Seite 95. Es gelang jetzt Kitasato auch Rauschbrandbacillen auf Gelatine und Agar zu züchten. In Gelatine wächst er als warzige Kugeln, die später unter Verflüssigung strahlenartige Fortsätze bilden. Zeitschr. f. Hyg. VIII. Seite 55. Daselbst Abbildung.

Seite 96. Zweite Zeile von oben. Nach den neueren Untersuchungen reduziren die „Schwefelbakterien" die Sulfate nicht; sie verarbeiten nur den vorhandenen Schwefelwasserstoff — ohne den sie nicht existiren können — unter Einlagerung von Schwefelkörnchen in's Gewebe.

Seite 104. Vergl. auch Pfeiffer, L. Zeitschrift für Hyg. VIII und Pfeiffer, L. Die Protozoen als Krankheitserreger. Jena 1890. Namentlich die letztere Arbeit ist zu eingehendem Studium für eine gründliche Orientirung auf diesem hochwichtigen Gebiete zu empfehlen.

Seite 104. Zeile 12 von oben lies statt „Marchiavafava" Marchiafava.

Seite 104. Bei der Litteratur ist zu erwähnen: Behrens, Kossel, Schiefferdecker, das Mikroskop und die Methoden der mikroskopischen Untersuchung. Braunschweig 1889.

Seite 173. Zeile 6 und 13 von oben muss es statt „cbcm" heissen cbm (Kubikmeter).

Seite 237. Als Karlinski einer Cysterne 150 cbcm Typhusstuhl beimischte, liessen sich 12 Tage lang Typhusbacillen nachweisen. Arch. f. Hyg. X.

Seite 238 erste Zeile von oben muss es heissen: Wasser, in dem auch nur Spuren von Blei enthalten sind, ist unbrauchbar zum Trinken und Kochen.

Seite 239. Bleiröhren werden rasch zerstört von feuchtem Kalk oder Cementmörtel (nicht von trockenem), M. Müller; ebenso durch Einbetten in eisenhaltigen Sand (Hübener).

Seite 245. Zur weiteren Orientirung über Flussverunreinigungen sei bestens die höchst reichhaltige Arbeit von Jurisch empfohlen: Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin 1890.

Seite 246. Hüppe, F.: Einige Gesichtspunkte für die hygienische Beurtheilung von Kläranlagen. Arch. f. Hyg. IX.

Seite 247. Eine wichtige Arbeit von C. Fränkel und C. Piefke (Zeitschr. für Hyg. VIII. 1) bringt den experimentellen Nachweis an Versuchsfiltern, dass auch die Sandfilter keine absolute Garantie für das Zurückhalten der Bakterien liefern, dass vielmehr aufgegossene chromogene und pathogene Arten dieselben theilweise passiren.

Seite 265. Verfügt man über einen Autoklaven, so kann man auch folgendermassen die Stärke bestimmen, ohne die Cellulose anzugreifen. Man extrahirt aus 3 g mit kaltem Wasser Zucker und Dextrin, verkleistert dann die Substanz in 100 cbcm Wasser in Fläschchen, die 150 cbcm fassen, und erhitzt dieselben darauf im Autoklaven 3[h] bei 3 Atmosphären. Die heisse Lösung enthält nun alle Stärke in löslicher Modifikation; dieselbe kann leicht durch Asbest abfiltrirt werden. Hat man sich nach Nachwaschen mit Wasser überzeugt, dass Partikel des Filtrirrückstandes unter dem Mikroskop keine Blaufärbung mehr zeigen, so verwandelt man jetzt die Stärke durch Kochen mit verdünnter Salzsäure in Zucker nach den Vorschriften von Seite 265.

Seite 280. Ueber den Gehalt von Wein an schwefliger Säure wurde auf der 9. Versammlung bayerischer Chemiker in Erlangen verhandelt. Es wurde Mittheilung über einen Gehalt bis 553 mg im Liter gemacht. Pfeiffer bezeichnete vorläufig 80 mg SO_2 im Liter (früher 20 mg) als zulässigen Maximalwerth, was den thatsächlichen Bedürfnissen entsprechen dürfte. Wir fanden hier in Weinen, die in Menge in Wirthschaften konsumirt wurden, öfters 100—120 mg. Es ist demnächst eine weitere Arbeit Pfeiffer's über den Gegenstand zu erwarten.

Seite 282. Vergl. auch Heinzerling: Konservirung der Nahrungs- und Genussmittel. Halle 1884.

Seite 346. Nach der neuesten Untersuchung von Lazarus (Zeitschr. f. Hyg. VIII.) wäre die Wirkung der chemischen Konservirungsmittel auf Milch eine vollkommen ungenügende in den Dosen, die noch nicht den Geschmack ungünstig beeinflussen (Borsäure, Borax, Kalk), nur Salicylsäure ist günstiger. Ueberhaupt scheint Borsäure als Konservirungsmittel überschätzt. — 2 g Borsäure wirken, 1 Liter Milch oder Bouillon zugesetzt, noch nicht tödtend auf Typhus oder Cholera. Dosen von 1—2 g sind schon in Milch zu schmecken.

Seite 349. Ueber Milchkonserven speziell die Löfflund'schen Milchpräparate, vergl. Soxhlet (Münch. med. Wochenschr. 1890. Nr. 13). Darnach sind alle Versuche, Milch uneingedampft oder als Pulver zu konserviren, vorläufig gescheitert, dagegen Löfflund's Präparate tadellos. Büchsen mit 330 g Inhalt und 37 % Trockensubstanz liefern auf einen Liter aufgefüllt eine vorzügliche ungezuckerte Milch. Der Büchseninhalt ist unbegrenzt haltbar, da wirklich steril.

Seite 349. Ueber die Schwierigkeiten einer vollkommenen Milchsterilisation durch die Mittel des Laboratoriums und Haushalts vergl. E. Strub, Cent. f. Bakt. VII. No. 21—23, sowie Bitter, H., Versuche über das Pasteurisiren der Milch. Zeitschr. f. Hyg. VIII.

Seite 379. Ueber Pellagra und den Bacillus maïdis vergl.: Paltauf u. Heider, Wiener med. Jahrbücher 1888, Heft 8, S. 383, und Centralblatt für Bakt., VI., S. 355.

Seite 396. Zeile 16 von unten liess Presshefe statt Hefe.

Seite 406. Weitere Angaben über Methoden der Kakaountersuchung zur Ermittelung von Fälschungen siehe: Henking und Filsinger, Chem.-Zeitg. Rep. 1889, X., S. 309, und Filsinger, Chem.-Zeitg. 1890, S. 507.

Seite 425. J. Neumayer hat im Münchner hygienischen Institut eine Dissertation verfasst: „Ueber die Wirkung der verschiedenen Hefearten, welche bei der Bereitung weingeistiger Getränke vorkommen, auf den menschlichen und thierischen Organismus“ (1890). Nach der Chemikerzeitung Rep. S. 193, Jahrgang 1890 fand er (Original war mir bisher nicht zugänglich): Sämmtliche Hefearten passiren ungeschädigt den

menschlichen und thierischen Verdauungskanal. Sie schaden nur (und alle etwa gleich), wenn gleichzeitig eine vergährbare Substanz eingeführt wird. Eigentlich giftig soll das nicht näher bekannte abnorme Gährungsprodukt wirken, das die Hefepilze bei der (relat. hohen) Temperatur des Körpers bilden.

Seite 541. Phosphor. Etwa 50 mg (namentlich fein vertheilt) genügen zur tödtlichen Vergiftung. Es entspricht dies etwa 10 Zündholzköpfchen. — In manchen Phosphorzündhölzchen ist ein Theil des Phosphorgehaltes der Köpfchen durch amorphen (rothen ungiftigen) Phosphor ersetzt, sodass sie weniger giftig sind. Schwedische Zündhölzer enthalten in den Köpfen gar keinen, in der Reibfläche nur rothen Phosphor. Die Symptome der akuten Vergiftung sind: Bald nach dem Einnehmen Magenschmerzen, Erbrechen von Blut und im Dunkeln leuchtenden Massen; auch der Athem kann leuchten. Nach 2—3 Tagen relativen Wohlseins tritt Leberschwellung, intensiver Icterus, wohl auch Blutharnen auf. Dann erfolgt meist unter Nasen- ev. Uterinblutungen, Brechen, Fieber, Koma der Tod. Das häufigste Symptom der chronischen Phosphorvergiftung ist die Phosphornekrose der Kiefer.

Seite 543. Oxalsäure. Schon 5 g haben tödtlich gewirkt, aber auch schon 45 g sind vertragen worden. Die Wirkung ist theils die einer gewöhnlichen Säurevergiftung (Anätzung, Blutbrechen, Kollaps), theils in späteren Stadien eine cerebrale mit Konvulsionen und Lähmungen. Häufig Anurie und Glykosurie.

Seite 556. Behring hat diese Prüfung in folgende praktische Form gebracht. Man entnimmt dem zu prüfenden flüssigen infizirten Nährboden, z. B. Serum, einen Tropfen und schliesst ihn mit etwas Vaselin an der Unterseite eines Deckglases hängend, in einen hohlgeschliffenen Objektträger ein. Dann setzt man nach und nach immer grössere bekannte Mengen des Desinfektionsmittels dem Nährboden zu und wiederholt nach jedem Zusatze und gutem Umschütteln die Anlage einer Tropfenkultur. Nach 24 resp. 2.24ᐧ Aufenthalt im Brütofen kann man sich mikroskopisch von dem Wachsthume in den einzelnen Tropfen überzeugen.

Anleitung zum Gebrauch der Tabellen.

Die im Folgenden mitgetheilten Tabellen sind von zweierlei Art. Die eine Gruppe (I, II, VII, IX, X) bedarf keiner weiteren Erläuterung, ihre Angaben sind ohnehin verständlich, sie enthalten einfache Konstanten.

Die Tabellen III, IV, V, VI u. s. f. geben dagegen Gesetze an, nach denen 2 Grössen von einander abhängig sind, z. B. der Fettgehalt vom spec. Gewicht. Es ist klar, dass die Tabelle nur gewisse Einzelfälle berücksichtigen kann und vielfach nicht gerade auf die Fragen Antwort giebt, die uns beschäftigen. In solchen Fällen wird der gesuchte Werth durch einfache Rechnung gefunden (Interpolation), die an 2 Beispielen erläutert werden soll.

1. Wie gross ist die höchstmögliche Feuchtigkeit der Luft und die entsprechende Dampftension bei 24,7°?

	Maximale Tension	Höchstmögl. Feuchtigkeit
Nach Tabelle VI ist bei 24°	= 22,2 mm;	21,5 g
25°	= 23,6 mm;	22,9 g
Die Differenz für 1°	= 1,4 mm resp.	1,4 g

Wenn die Temperatur im Intervall 24—25°, demnach um 0,1° steigt, steigt die Tension um 0,14 mm, die höchstmögliche Feuchtigkeit um 0,14 g. Also ist für 24,7° die maximale Tension 22,2 + 7 . 0,14 = 23,18 mm, die maximale Feuchtigkeit = 21,5 + 7 . 0,14 = 22,48 g.

2. a) Bei 10° Celsius zeigte eine ganze Milch das spec. Gewicht 1,0243 oder wog 24,3 Grade, wie viel wiegt sie bei der konventionellen Normaltemperatur von 15°?

In Tabelle XI verfolgen wir den mit 10 überschriebenen Stab und finden darin die Zahl 24,3. Gehen wir nun horizontal in der Linie fort bis in den Stab 15, so finden wir dort die Zahl 25 und wissen, bei 15° Celsius hätte die Milch 25° gewogen.

b) War die Milch aber bei 10° Celsius 24,6° schwer befunden, so finden wir diese Zahl nicht in Stab 10 und müssen nun interpoliren. Die beiden nächststehenden Werthe sind in Stab 10 24,3 und 25,3.

Milch, die 24,3 gewogen hätte, wäre (nach Stab 15) 25°,
„ „ 25,3 gewogen hätte, wäre (nach Stab 15) 26°

schwer. Für jedes Zehntel, das die Milch in dem Intervall 24,3—25,3 bei 10° schwerer wiegt, wiegt sie auch bei 15° ein Zehntel schwerer, also hat unsere Milch bei 15° ein specifisches Gewicht: 24,6 + 7 . 0,1 = 25,3.

c) Doppelte Interpolation erheischt folgendes Beispiel: Eine abgerahmte Milch hat bei 25,3° Celsius 33,5 Grade gewogen, wie viel wiegt sie bei 15°?

Aus Tabelle XIa folgt:

Hätte sie bei 25° 33 gewogen, so hätte dies bei 15° 31 gemacht,
„ „ „ 25° 34,1 „ „ „ „ „ 15° 32 „

also für 0,1, die die Milch bei 25° schwerer wiegt, wiegt sie bei 15° 0,09 schwerer;

hätte sie bei 26° 33,2 gewogen, so hätte dies bei 15° 31 gemacht,
„ „ „ 26° 34,3 „ „ „ „ „ 15° 32 „

also für 0,1, die die Milch bei 26° schwerer wiegt, wiegt sie bei 15° 0,09 schwerer: hätte sie demnach bei 25° 33,5 gewogen, so hätte bei 15° das Gewicht 31 + 5 . 0,09 = 31,45 betragen; hätte sie bei 26° 33,5 gewogen, so hätte bei 15° das Gewicht 31 + 3 . 0,09 = 31,27 betragen.

Aus diesen beiden Werthen wäre nun folgendermaassen der exakte Werth abzuleiten:

Milch, die bei 25° 33,5 wiegt, hat bei 15° das spec. Gewicht 31,45,
Milch, die bei 26° 33,5 wiegt, hat bei 15° „ „ „ 31,27,

also für 1° Abnahme = 0,22,

demnach für 25,3° 31,45 — 3 . 0,002 = 31,45 — 0,066 = 31,384.

Diese letztere Rechnung auf 3 Decimalen ist natürlich ohne praktischen Werth, da überhaupt die Genauigkeit der ganzen Tabelle nicht über die erste Decimale hinausgeht.

Tabelle I.

Reduktion einiger Maasse und Gewichte auf das metrische System.

Land	Kleines Längenmaass	Meter	Grosses Längenmaass	Kilometer	1 Quadratfuss = Quadratmeter	Flächenmaass	Hektaren	Hohlmaass	Liter	Gewicht	
Bayern	Fuss 10 oder 12 Zoll à 10 oder 12 Linien	0,29186	Meile, geogr. 15 = 1°	7,42044	0,0852	Juchart (40 000 q')	0,34073	Maass 208 = 1 Scheffel	1,069	Pfund (32 Loth)	560 g
England	Foot 12 Inches à 10 Linien	0,30479	Mile (5280') 1760 Y.	1,60931	0,092899	Acre (43 560 q')	0,40467	Gallon 8 = 1 Bushel	4,543	Pound (16 ounces)	453,6 avoir du pois Handels-Gewicht
Vereinigte Staaten	3 Feet = 1 Yard									Pound (12 ounces)	373,2 Troy-Gewicht
Oesterreich	Fuss 12 Zoll à 12 Linien	0,31611	Meile (24 000')	7,58666	0,099928	Joch (57 600 q')	0,57557	Maass 43,46 = 1 Metze	1,415	Pfund (32 Loth)	560 g
Preussen	Fuss 12 Zoll à 12 Linien	0,31385	Meile (24 000')	7,53248	0,098504	Morgen (25 920 q')	0,25532	Quart 48 = 1 Scheffel	1,145	Pfund (32 Loth)	467,7 g
Paris	Fuss 12 Zoll à 12 Linien	0,32484			0,105521						
Russland	Fuss $2^1/_3$' = 1 Arschin 12 Zoll à 10 Linien	0,30479	Werst (3500')	1,06678	0,092907	Dessjätine (117 600 q')	1,09250	Stoof 64 = 3 Tschetwerik; $170^2/_3$ = 1 Tschetwert	1,229	Pfund (40 = 1 Pud)	409,5 g
Schweiz	Fuss 10 Zoll à 10 Linien	0,30000	Stunde (16000)	4,80000	0,090000	Juchart (40 000 q')	0,36000	Maass 100 = 1 Malter	1,500	Pfund (32 Loth)	500 g
Württemberg	Fuss	0,28649	Meile (12 = 1°)	9,27570	0,59667	Morgen (38 400 q')	0,31517	Helleichmaass 96,47 = 1 Scheffel	1,837	Pfund (32 Loth)	467,7 g

Anmerkung. Der rheinische und dänische Fuss ist gleich dem preussischen, der badische gleich dem schweizerischen. Das frühere in Deutschland gültige Medizinal- und Apothekergewicht war 1 Pfund (℔) (= 350,783 Gramm) à 12 Unzen (1 Unze (℥) = 30 Gramm) à 8 Drachmen (1 Drachme (ʒ) = 3,75 Gramm) à 3 Scrupeln (1 Scrupel (℈) = 1,25 Gramm) à 20 Gran (1 Gran = 0,06 Gramm).

Tabelle II.

Ausdehnungskoeffizient (α) einiger wichtiger fester Substanzen.

Die lineare Ausdehnung erfolgt nach der Formel = $V_t = V_0 (1 + \alpha t)$.
Die kubische Ausdehnung nach der Formel = $V_0 (1 + 3 \alpha t)$.

Glas	0,0000086	Messing	0,0000185
Eisen	0,0000110	Silber	0,0000191
Kupfer	0,0000172	Zink	0,0000294

Kubischer Ausdehnungskoeffizient ($\alpha_{,}$) einiger Flüssigkeiten und der Gase.

Die kubische Ausdehnung erfolgt nach der Formel $V_t = V_0 (1 + \alpha_{,} t)$.

Aether	0,0021
Alkohol abs.	0,0012
Wasser	0,0001 (bei 25°)
Quecksilber	0,000181

Die Ausdehnungskoeffizienten für Alkohol, Aether und Wasser gelten nur für Temperaturen, die der Zimmertemperatur von 20° nahe liegen, für Wasser ist α bei 50° = 1,00024, bei 100° = 1,00043.

Für alle Gase und Gasgemische ist $\alpha_{,}$ = 0,00366 (vorausgesetzt, dass sie nicht zu nahe an ihrem Kondensationspunkt beobachtet werden).

Tabelle III.

Siedepunkt des Wassers.

Barometerstand	Temperatur	Barometerstand	Temperatur	Barometerstand	Temperatur
580	92,6	650	95,7	720	98,5
585	92,8	655	95,9	725	98,7
590	93,1	660	96,1	730	98,9
595	93,3	665	96,3	735	99,1
600	93,5	670	96,5	740	99,3
605	93,7	675	96,7	745	99,4
610	94,0	680	96,9	750	99,6
615	94,2	685	97,1	755	99,8
620	94,4	690	97,3	760	100,0
625	94,6	695	97,5	765	100,2
630	94,8	700	97,7	770	100,4
635	95,1	705	97,9	775	100,5
640	95,3	710	98,1		
645	95,5	715	98,3		

Tabelle IV.

Reduktion der in Millimetern ausgedrückten Barometerstände auf 0°.

Abgelesene Temperatur	Abgelesener Barometerstand									
	700 mm	710 mm	720 mm	730 mm	740 mm	750 mm	760 mm	770 mm	780 mm	790 mm
—10°	+1,1	+1,2	+1,2	+1,2	+1,2	+1,2	+1,2	+1,3	+1,3	+1,3
— 9	+1,0	+1,0	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,2
— 8	+0,9	+0,9	+0,9	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0
— 7	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,9	+0,9	+0,9	+0,9	+0,9
— 6	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,8	+0,8	+0,8
— 5	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6
— 4	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5
— 3	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4
— 2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3
— 1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
+ 1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1
2	—0,2	—0,2	—0,2	—0,2	—0,2	—0,2	—0,2	—0,3	—0,3	—0,3
3	—0,3	—0,3	—0,4	—0,4	—0,4	—0,4	—0,4	—0,4	—0,4	—0,4
4	—0,5	—0,5	—0,5	—0,5	—0,5	—0,5	—0,5	—0,5	—0,5	—0,5
5	—0,6	—0,6	—0,6	—0,6	—0,6	—0,6	—0,6	—0,6	—0,6	—0,6
6	—0,7	—0,7	—0,7	—0,7	—0,7	—0,7	—0,7	—0,8	—0,8	—0,8
7	—0,8	—0,8	—0,8	—0,8	—0,8	—0,9	—0,9	—0,9	—0,9	—0,9
8	—0,9	—0,9	—0,9	—1,0	—1,0	—1,0	—1,0	—1,0	—1,0	—1,0
9	—1,0	—1,0	—1,1	—1,1	—1,1	—1,1	—1,1	—1,1	—1,1	—1,2
10	—1,1	—1,2	—1,2	—1,2	—1,2	—1,2	—1,2	—1,3	—1,3	—1,3
11	—1,3	—1,3	—1,3	—1,3	—1,3	—1,3	—1,4	—1,4	—1,4	—1,4
12	—1,4	—1,4	—1,4	—1,4	—1,5	—1,5	—1,5	—1,5	—1,5	—1,5
13	—1,5	—1,5	—1,5	—1,5	—1,6	—1,6	—1,6	—1,6	—1,7	—1,7
14	—1,6	—1,6	—1,6	—1,7	—1,7	—1,7	—1,7	—1,8	—1,8	—1,8
15	—1,7	—1,7	—1,8	—1,8	—1,8	—1,8	—1,9	—1,9	—1,9	—1,9
16	—1,8	—1,9	—1,9	—1,9	—1,9	—2,0	—2,0	—2,0	—2,0	—2,1
17	—1,9	—2,0	—2,0	—2,0	—2,1	—2,1	—2,1	—2,1	—2,2	—2,2
18	—2,1	—2,1	—2,1	—2,1	—2,2	—2,2	—2,2	—2,3	—2,3	—2,3
19	—2,2	—2,2	—2,2	—2,3	—2,3	—2,3	—2,4	—2,4	—2,4	—2,5
20	—2,3	—2,3	—2,4	—2,4	—2,4	—2,5	—2,5	—2,5	—2,5	—2,6
21	—2,4	—2,4	—2,5	—2,5	—2,5	—2,6	—2,6	—2,6	—2,7	—2,7
22	—2,5	—2,6	—2,6	—2,6	—2,7	—2,7	—2,7	—2,8	—2,8	—2,8
23	—2,6	—2,7	—2,7	—2,7	—2,8	—2,8	—2,9	—2,9	—2,9	—3,0
24	—2,7	—2,8	—2,8	—2,9	—2,9	—2,9	—3,0	—3,0	—3,1	—3,1
25	—2,9	—2,9	—2,9	—3,0	—3,0	—3,1	—3,1	—3,1	—3,2	—3,2
26	—3,0	—3,0	—3,1	—3,1	—3,1	—3,2	—3,2	—3,3	—3,3	—3,4
27	—3,1	—3,1	—3,2	—3,2	—3,3	—3,3	—3,4	—3,4	—3,4	—3,5
28	—3,2	—3,3	—3,3	—3,3	—3,4	—3,4	—3,5	—3,5	—3,6	—3,6
29	—3,3	—3,4	—3,4	—3,5	—3,5	—3,6	—3,6	—3,7	—3,7	—3,7
30	—3,4	—3,5	—3,5	—3,6	—3,6	—3,7	—3,7	—3,8	—3,8	—3,9
31	—3,5	—3,6	—3,7	—3,7	—3,8	—3,8	—3,9	—3,9	—4,0	—4,0
32	—3,7	—3,7	—3,8	—3,8	—3,9	—3,9	—4,0	—4,0	—4,1	—4,1
33	—3,8	—3,8	—3,9	—3,9	—4,0	—4,0	—4,1	—4,2	—4,2	—4,3
34	—3,9	—3,9	—4,0	—4,1	—4,1	—4,2	—4,2	—4,3	—4,3	—4,4
35	—4,0	—4,1	—4,1	—4,2	—4,2	—4,3	—4,4	—4,4	—4,5	—4,5

Beispiel: Bei 25° ist ein Barometerstand von 720 mm abgelesen, bei 0° beträgt er 720 — 2,9 = 717,1 mm.

Tabelle V.

Einem Millimeter Quecksilber halten bei folgenden Temperaturen und Barometerständen Luftsäulen von x Meter Höhe das Gleichgewicht.

(Vergl. pag. 120.)

	30°	20°	10°	0°	—10°		30°	20°	10°	0°	—10°
780	11,48	11,06	10,66	10,24	9,82	720	12,43	11,99	11,55	11,10	10,65
770	11,63	11,21	10,80	10,38	9,96	710	12,61	12,16	11,71	11,26	10,81
760	11,78	11,36	10,94	10,52	10,11	700	12,79	12,33	11,87	11,42	10,97
750	11,94	11,51	11,08	10,66	10,24	690	12,98	12,51	12,05	11,59	11,13
740	12,10	11,67	11,23	10,80	10,37	680	13,16	12,69	12,22	11,75	11,28
730	12,25	11,82	11,38	10,94	10,50	670	13,37	12,89	12,41	11,93	11,45

Tabelle VI.

**Höchstmöglicher Wassergehalt in 1 cbm Luft in Gramm,
Höchstmögliche Wasserdampftension der Luft in mm Quecksilber
bei verschiedener Temperatur.**

Temperatur	Tension	Gramm Wasser	Temperatur	Tension	Gramm Wasser	Temperatur	Tension	Gramm Wasser
—10°	2,0	2,1	8°	8,0	8,1	21°	18,5	18,2
— 8	2,4	2,7	9	8,5	8,8	22	19,7	19,3
— 6	2,8	3,2	10	9,1	9,4	23	20,9	20,4
— 4	3,3	3,8	11	9,8	10,0	24	22,2	21,5
— 2	3,9	4,4	12	10,4	10,6	25	23,6	22,9
0	4,6	4,9	13	11,1	11,3	26	25,0	24,2
1	4,9	5,2	14	11,9	12,0	27	26,5	25,6
2	5,3	5,6	15	12,7	12,8	28	28,1	27,0
3	5,7	6,0	16	13,5	13,6	29	29,8	28,6
4	6,1	6,4	17	14,4	14,5	30	31,6	30,1
5	6,5	6,8	18	15,2	15,1	50		83,4
6	7,0	7,3	19	16,3	16,2	70		199,3
7	7,5	7,7	20	17,4	17,2			

Tabelle VII.

Gewicht einiger Gase und Dämpfe bei 0° und 760 mm.

	1 cbcm wiegt mg	1 mg hat das Volum von cbcm		1 cbcm wiegt mg	1 mg hat das Volum von cbcm
Sauerstoff	1,430	0,699	Chlorwasserstoff	1,635	0,612
Wasserstoff	0,089	11,496	Schwefelwasserstoff	1,522	0,657
Stickstoff	1,256	0,796	Ammoniak	0,761	1,314
Chlor	3,18	0,314	Schweflige Säure	2,87	0,349
Brom	7,16	0,140	Kohlensäure	1,977	0,506
Jod	11,3	0,088	Luft	1,293	0,774
Quecksilber	8,9	0,112			

Tabelle VIII.

Härtebestimmung durch Seifetitrirung,

nach Clark.

Wenn verbraucht werden cbcm Seifenlösung		beträgt die Härte
3,4 5,4 7,4 9,4	In diesem Intervall entspricht einem Mehrverbrauch von 0,4 cbcm Seife eine Härtezunahme von 0,1 Grad oder 1 cbcm Seife = 0,25 °.	0,5 1,0 1,5 2,0
11,3 13,2 15,1 17,0 18,9 20,8	In diesem Intervall entspricht einem Mehrverbrauch von 0,38 cbcm Seife einer Härtezunahme von 0,1 Grad oder 1 cbcm Seife = 0,26.	2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0
22,6 24,4 26,2 28,0 29,8 31,6	In diesem Intervall entspricht einem Mehrverbrauch von 0,36 cbcm Seife einer Härtezunahme von 0,1 Grad oder 1 cbcm Seife = 0,277.	5,5 6,0 6,5 7,0 7,5 8,0
33,3 35,0 36,7 38,4 40,1 41,8	In diesem Intervall entspricht einem Mehrverbrauch von 0,34 cbcm Seife einer Härtezunahme von 0,1 Grad oder 1 cbcm Seife = 0,294.	8,5 9,0 9,5 10,0 10,5 11,0
43,4 45,0	In diesem Intervall entspricht einem Mehrverbrauch von 0,32 cbcm Seife einer Härtezunahme von 0,1 Grad oder 1 cbcm Seife = 0,31.	11,5 12,0

Tabelle IX.

Mittlere Zusammensetzung der Nahrungs- und Genussmittel

nach König.

A. Animalische Nahrungs- und Genussmittel.

	In der natürlichen Substanz					In der Trocken-Substanz			
	Wasser %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	N-freie Extraktstoffe %	Asche %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	N-freie Extraktstoffe %	Asche %
Ochs, Fleisch, sehr fett	53,05	16,75	29,28	—	0,92	35,68	62,37	—	1,95
desgl., mittelfett . . .	73,03	20,96	5,41	0,46	1,14	77,59	20,03	0,16	4,22
desgl., mager	76,37	20,71	1,74	—	1,18	87,65	7,16	—	5,10
Kalb, Fleisch, fett . .	72,31	18,88	7,41	0,07	1,33	68,17	26,76	0,27	4,80
desgl., mager	78,84	19,86	0,82	—	0,50	93,86	3,88	—	2,26
Hammel, Fleisch, sehr fett	53,31	16,62	28,61	0,54	0,93	35,60	61,28	1,13	1,99
desgl., mittelfett . . .	75,99	17,11	5,77	—	1,33	71,26	23,20	—	5,54
Schwein, Fleisch, fett .	47,40	14,54	37,34	—	0,72	27,64	70,98	—	1,38
desgl., mager	72,57	20,25	6,81	—	1,10	73,83	24,83	—	1,34
Pferd, Fleisch . . .	74,27	21,71	2,55	0,46	1,01	84,39	9,91	1,77	3,93
Blut	80,82	18,12	0,18	0,03	0,85	94,48	0,94	0,15	4,43
Häring	74,64	14,55	9,03	—	1,78	57,16	35,84	—	7,00
Hecht	79,63	18,42	0,53	0,46	0,96	90,42	2,60	2,27	4,71
Schellfisch	81,50	16,93	0,26	—	1,31	91,51	1,41	—	7,08
Karpfen	76,97	21,86	1,09	—	1,33	94,92	4,73	—	5,77
Getrockneter Schellfisch ungesalzen	16,16	81,54	0,74	—	1,56	97,28	0,88	—	1,84
desgl., gesalzen . . .	13,20	73,73	3,37	—	9,92	84,94	3,88	—	11,18
Laberdan, gesalzner Kabliau	50,54	27,07	0,36	—	22,10	54,74	0,73	—	44,53
Hase, Fleisch	74,16	23,34	1,13	0,19	1,18	90,33	4,37	0,73	4,57
Haushuhn, Fleisch, mager	76,22	19,72	1,42	1,27	1,37	82,92	5,97	5,35	5,76
desgl., fett	70,06	18,49	9,34	1,20	0,91	61,76	31,20	3,00	3,04
Fleischpulver, getrocknetes Fleisch . . .	10,99	69,50	5,84	0,42	13,25	78,05	6,56	0,51	14,88
Rauchfleisch vom Ochsen	47,68	27,10	15,35	—	10,59	51,79	29,33	—	20,24
Schinken, westfälischer, geräuchert	28,11	24,74	36,45	0,16	10,54	34,41	50,70	0,23	14,66
Büchsenfleisch, amerikanisches, eingemachtes	55,80	29,04	11,54	—	3,62	65,69	26,12	—	8,19
Schinkenwurst . . .	46,87	12,87	24,43	12,52	3,31	24,22	45,98	23,57	6,23
Mettwurst, westfälische	20,76	27,31	39,88	5,10	6,95	34,48	50,33	6,42	8,77
Cervelatwurst	37,37	17,64	39,76	—	5,44	28,06	63,46	—	8,48
Frankfurter Würstchen	42,79	11,69	39,61	2,25	3,66	20,04	69,22	2,34	8,40

	In der natürlichen Substanz					In der Trocken-Substanz			
	Wasser %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	N-freie Extraktstoffe %	Asche %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	N-freie Extraktstoffe %	Asche %
Blutwurst	49,93	11,81	11,48	25,09	1,69	23,58	22,93	50,22	3,27
» gewöhnl. Qualit.	63,61	9,93	8,87	15,83	1,76	27,36	25,50	44,06	3,08
Leberwurst I. Sorte .	48,70	15,93	26,33	6,38	2,66	31,05	51,32	12,45	5,18
» II. » .	47,80	12,89	25,10	12,22	2,21	24,70	48,09	22,98	4,23
» III. » .	51,66	9,98	14,60	22,78	1,98	20,67	30,21	46,02	3,10
Sülzenwurst	41,50	23,10	22,80	—	12,60	39,48	38,97	—	21,55
Knackwurst	58,60	22,80	11,40	—	7,20	55,08	27,53	—	17,39
Hühnereier	73,67	12,55	12,11	0,55	1,12	47,69	46,02	1,03	4,26
Hühnereier-Eiweiss . .	85,50	12,87	0,25	0,77	0,61	87,87	1,71	6,25	4,17
Hühnereier-Eigelb . .	51,03	16,12	31,39	0,48	1,01	32,92	64,10	0,92	2,06
				N-freie Extraktstoffe u. Zucker %				N-freie Extraktstoffe u. Zucker %	
Frauenmilch	87,41	2,29	3,78	6,21	0,31	18,19	30,02	49,33	2,46
Kuhmilch	87,17	3,55	3,69	4,88	0,71	27,67	28,74	38,06	5,53
Ziegenmilch	85,71	4,29	4,78	4,46	0,76	30,02	33,45	31,21	5,32
Schafmilch	80,82	6,52	6,86	4,91	0,89	34,00	35,77	25,59	4,64
Kondensirte Kuhmilch: ohne Rohrzucker, schwach konzentrirt	72,87	8,20	6,62	10,63	1,68	30,23	24,40	38,18	6,19
Kondensirte Kuhmilch: ohne Rohrzucker, stark konzentrirt	58,99	11,92	12,42	14,49	2,18	29,06	30,28	35,35	5,31
Kondensirte Kuhmilch: mit Rohrzucker .	25,61	11,79	10,35	50,06	2,19	15,85	13,91	67,30	2,94
Rahm	68,82	3,76	22,66	4,23	0,53	12,06	72,67	13,57	1,70
Kuhbutter	13,59	0,74	84,39	0,62	0,66	0,86	97,64	0,74	0,76
Rahmkäse	36,33	18,84	40,71	1,02	3,10	29,60	63,96	1,57	4,87
Fettkäse	38,00	25,35	30,25	1,43	4,97	40,89	48,79	2,30	8,02
Halbfettkäse	39,79	29,67	23,92	1,79	4,73	49,23	39,68	3,24	7,85
Magerkäse	46,00	34,06	11,65	3,42	4,87	63,08	21,58	6,32	9,02
Sauermilchkäse (Quarg etc.)	52,36	36,64	6,03	0,90	4,07	76,91	12,66	2,09	8,54
Abgerahmte oder Magermilch: Sattenabrahmverfahren .	90,68	3,03	0,70	4,84	0,75	32,51	7,51	51,39	8,05
Abgerahmte oder Magermilch: Centrifugen-Magermilch	90,60	3,06	0,31	5,29	0,74	32,52	3,29	56,33	7,86
Buttermilch	90,12	4,03	1,09	4,04	0,72	40,79	1,10	50,82	7,29

B. Vegetabilische Nahrungsmittel.

	In der natürlichen Substanz								In der Trocken-Substanz						
	Wasser %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	Zucker %	Dextrin u. Gummi %	Stärke etc. %	Rohfaser %	Asche %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	Zucker %	Dextrin u. Gummi %	Stärke etc. %	Rohfaser %	Asche %
Weizen (nackt)	13,37	12,04	1,85	3,25	2,54	62,86	2,31	1,78	13,89	2,13	3,87	2,93	72,46	2,67	2,05
Spelz	13,37	11,84	1,85	0,98	1,72	65,52	2,65	2,07	13,66	2,13	1,13	1,98	75,65	3,06	2,39
Roggen	13,37	10,81	1,77	1,87	4,57	63,77	1,78	2,06	12,47	2,04	2,16	5,27	73,63	2,05	2,38
Gerste	14,05	9,66	1,93	1,23	3,75	62,01	4,95	2,42	11,23	2,24	1,43	4,36	72,17	5,76	2,81
Hafer	12,11	10,66	4,99	1,72	1,89	54,76	10,58	3,29	12,13	5,68	1,96	2,15	62,30	12,04	3,74
Mais	13,35	9,45	4,29	2,29	2,06	64,98	2,29	1,29	10,90	4,95	2,64	2,38	75,00	2,64	1,49
Reis, enthülst, Kochreis	12,58	6,73	0,88	0,15	0,77	77,56	0,51	0,82	7,70	1,01	0,17	0,88	88,72	0,58	0,94
Buchweizen, geschält	12,68	10,18	1,90		71,73		1,65	1,86	11,66	2,18		82,14		1,89	2,13
Erbsen	13,92	23,15	1,89		52,68		5,68	2,68	26,88	2,19		61,23		6,59	3,11
Ackerbohnen (Sau-B), Vicia faba	13,49	25,31	1,68		48,33		8,06	3,13	29,26	1,94		55,86		9,32	3,62
Bohne (Phaseolus vulgaris)	11,24	23,66	1,96		55,60		3,88	3,66	26,66	2,21		62,64		4,37	4,12
Linsen, Ervum lens	12,33	25,94	1,93		52,84		3,92	3,04	29,60	2,20		60,26		4,47	3,47
Sojabohne, gelbe	9,89	33,41	17,68		29,31		4,67	5,10	37,09	19,62		32,45		5,18	5,66
Weizenmehl, fein.	13,37	10,21	0,94	2,35	3,06	69,30	0,29	0,48	11,79	1,08	2,71	3,53	80,01	0,33	0,55
„ gröberes	12,81	12,06	1,36	1,86	4,09	65,88	0,98	0,96	13,83	1,56	2,13	4,69	75,57	1,12	1,10
„ nach Graham aus ganzem Korn	13,00	11,70	1,70		69,90		1,90	1,80	13,44	1,95		80,36		2,18	2,07
Weizengries	13,05	9,43	0,94		75,92		0,21	0,40	10,84	1,08		87,38		0,24	0,46
Graupen	12,82	7,25	1,15		76,19		1,36	1,23	8,32	1,32		87,39		1,56	1,41
Roggenmehl	13,71	11,57	2,08	3,89	7,16	58,66	1,59	1,44	13,41	2,41	4,51	8,30	68,06	1,84	1,67
Gerstenmehl	14,83	11,38	1,53	3,11	6,52	61,60	0,45	0,59	13,36	1,80	3,65	7,65	73,82	0,53	0,69
Hafermehl	9,65	13,44	5,92	2,26	3,08	61,67	1,86	2,12	14,88	6,55	2,51	2,41	69,24	2,06	2,35
Maismehl	14,21	9,65	3,80	3,56	3,36	62,63	1,46	1,33	11,21	4,42	4,14	3,90	72,81	1,97	1,55
Reismehl	12,82	6,91	0,67		78,84		0,18	0,58	7,93	0,77		90,42		0,21	0,67
Hirsenmehl (Panicum miliac)	10,30	9,81	8,80	1,30	9,30	59,03		1,46	10,94	9,81	1,45	10,37	65,80		1,63
Bohnenmehl	10,29	23,19	2,13		59,37		1,67	3,35	25,88	2,38		66,10		1,86	3,74
Erbsenmehl	11,41	25,20	2,10		57,17		1,32	2,89	28,45	2,27		64,53		1,49	3,26
Linsenmehl	10,73	25,46	1,83		57,35		2,01	2,62	28,52	2,05		64,25		2,25	2,93
Kartoffelmehl	17,18	1,03	—		80,83		—	0,96	1,24	—		97,60		—	1,16
Stärkemehl	16,04	1,18	0,06		82,13		0,13	0,36	1,41	0,07		97,94		0,15	0,43
Weizenbrod, fein.	35,59	7,06	0,46	4,02	52,56		0,32	1,09	10,95	0,71	6,24	79,91		0,50	1,69
„ grobes	40,45	6,15	0,44	2,08	49,04		0,62	1,22	9,71	0,69	2,28	84,41		0,98	1,93
Weizenzwieback	13,28	8,55	0,98	1,82	73,28		0,59	1,50	9,86	1,13	2,10	84,50		0,68	1,73
Roggenbrod	42,27	6,11	0,43	2,31	46,95		0,49	1,46	10,58	0,74	4,00	81,30		0,85	2,53
Pumpernickel	43,42	7,59	1,51	3,25	41,87		0,94	1,24	13,41	2,67	5,74	74,01		1,66	2,51
Kommisbrod, (preussisches)	36,71	7,47	0,45	3,05	46,36		1,51	1,46	11,80	0,71	4,82	78,00		2,36	2,31
Feiner Weizenzwieback	1,18	13,31	3,18	7,12	73,06		0,25	1,00	13,47	3,22	7,21	74,84		0,25	1,01
Kartoffeln	74,98	2,08	0,15	0,28	20,73		0,69	1,09	8,31	0,60	1,12	82,85		2,76	4,36

	In der natürlichen Substanz							In der Trocken-Substanz					
	Wasser %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	Zucker %	N-freie Extr.-Stoffe %	Rohfaser %	Asche %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	Zucker %	N-freie Extr.-Stoffe %	Rohfaser %	Asche %
Weisse Rübe, Kohlrübe, oder Turnips	90,78	1,18	0,22		5,89	1,13	0,80	12,80	2,39		74,90	1,23	8,68
Moorrübe, gelbe Möhre, grosse Varietät	86,79	1,23	0,30	6,71	2,46	1,49	1,02	9,31	2,27	50,79	18,63	11,28	7,72
Moorrübe, gelbe Möhre, kleine Varietät	88,84	1,07	0,21	1,58	6,59	0,98	0,73	9,59	1,88	14,16	59,05	8,78	6,54
Rettig	86,92	1,92	0,11	1,53	6,90	1,55	1,07	14,66	0,84	11,70	51,77	12,85	8,18
Radieschen	93,34	1,23	0,15	—	15,89	2,78	1,63	18,49	2,25	—	22,50	32,29	24,47
Kohlrabi (Knollen)	85,89	2,87	0,21	0,38	7,80	1,68	1,17	20,34	1,49	2,69	55,28	11,11	8,29
Kohlrabi (Blätter)	86,04	2,03	0,45	0,51	6,77	1,55	1,65	14,54	3,22	3,65	55,87	11,10	11,82
Gurke	95,20	1,18	0,09	0,96	1,35	0,78	0,44	24,58	1,88	20,00	27,12	16,25	9,17
Spargel	93,75	1,79	0,25	0,37	2,26	1,04	0,54	28,64	4,00	5,92	40,16	12,64	8,64
Gartenerbse (unreif)	78,44	6,35	0,53		12,00	1,87	0,81	29,43	2,46		55,70	8,66	3,75
Schnittbohne	88,75	2,72	0,14	1,16	5,44	1,18	0,61	24,18	1,24	10,31	48,36	10,49	5,42
Blumenkohl	90,89	2,48	0,34	1,21	3,34	0,91	0,83	27,12	3,73	13,28	36,77	9,99	9,11
Winterkohl	80,03	3,99	0,90	1,21	10,42	1,88	1,57	19,98	4,51	6,06	52,17	9,42	7,86
Rosenkohl	85,63	4,83	0,46		6,22	1,57	1,29	33,61	3,20		43,28	10,93	8,98
Rothkraut	90,06	1,83	0,19	1,74	4,12	1,29	0,77	18,41	1,91	17,50	41,95	12,48	7,75

Pilze und Schwämme	Wasser %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	Mannit %	Traubenzucker %	Sonst. N-fr. Extr.-Stoffe %	Holzfaser %	Asche %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	Mannit %	Traubenzucker %	Sonst. N-fr. Extr.-Stoffe %	Holzfaser %	Asche %
frisch:															
Champignon	91,28	3,74	0,15	0,42	0,75	2,34	0,84	0,48	42,89	1,72	4,83	8,60	26,83	0,63	5,50
Sonstige Agaricus-Arten	88,77	3,04	0,35		5,90		1,04	0,90	27,11	3,12		52,46		9,28	8,03
Steinmorchel	90,00	3,00	0,19	0,65	0,09	4,47	0,67	0,93	30,00	1,90	6,50	0,90	44,70	6,70	9,30
Steinpilz	91,30	3,61	0,17	0,44	—	3,28	0,57	0,63	14,48	1,95	5,06	—	75,07	6,55	7,24
Cantharellus cibarius	91,91	2,94	0,32	0,74		2,13	1,21	0,75	36,34	3,96	9,15		26,32	14,96	9,27
Hydnum repandum	92,68	1,79	0,34	1,68		1,84	1,03	0,69	24,45	4,64	2,30		45,11	14,07	9,43
lufttrocken:															
Champignon	14,04	37,45	1,45	4,17	7,49	22,43	8,25	4,72	43,55	1,69	4,85	8,71	26,11	9,60	5,49
Steinmorchel	16,36	25,22	1,65	5,46	0,79	37,05	5,63	7,84	30,19	1,97	6,52	0,94	44,25	6,73	9,40
Steinpilz	12,81	36,12	1,72	4,48	—	32,78	5,71	6,38	41,43	6,72	5,14	—	32,44	6,55	7,32
Cantharellus cibarius	16,48	30,32	3,26	8,27		21,49	12,48	7,70	36,29	3,90	9,90		25,75	14,94	9,22
Zucker, Syrup, Honig etc.:				Rohrzucker											
Rohrzucker	2,16	0,35	—	93,33	1,78	1,21	—	0,70	0,35	—	95,38	1,82	1,67	—	0,78
Rübenzucker, mittel	0,23	—	—	98,70	—	0,23	—	0,84	—	—	98,90	—	—	—	0,83
Stärkezucker	16,99	—	—	—	64,33	18,02	—	0,66	—	—	—	77,52	22,05	—	0,43
Stärkezuckersyrup	19,58	—	—	—	41,69	38,37	—	0,36	—	—	—	50,82	48,82	—	0,36

Obstsorten und sonstige Früchte	In der natürlichen Substanz: Wasser %	Stickstoff-Substanz %	Fett %	freie Säure %	Zucker %	Sonstige N-freie Extraktstoffe %	Holzfaser %	Asche %	In der Trocken-Substanz: Stickstoff-Substanz %	Fett %	freie Säure %	Zucker %	Sonstige N-freie Extraktstoffe %	Holzfaser %	Asche %
a) frische:															
Aepfel	84,79	0,36	—	0,82	7,22	4,81	1,51	0,49	2,37	—	5,39	47,47	31,62	9,93	3,22
Zwetschen	81,18	0,78	—	0,85	6,15	4,92	5,41	0,71	4,14	—	4,52	32,68	26,14	28,75	3,77
Kirschen	79,82	0,67	0,91	0,91	10,24	1,76	6,07	0,73	3,32	—	4,51	50,74	7,83	30,08	3,52
Erdbeeren	87,66	0,54	0,45	0,93	6,28	1,01	2,32	0,81	4,38	3,65	7,84	50,89	2,88	23,80	6,56
Heidelbeeren	78,36	0,78	—	1,66	5,02	0,87	12,29	1,02	3,60	—	7,67	23,20	4,03	56,79	4,71
b) getrocknet:															
Zwetschen	29,30	2,25	0,49	2,75	44,41	17,91	1,52	1,37	3,89	6,69	3,89	62,80	18,71	2,15	1,78
Aepfel	27,95	1,28	0,82	3,60	42,83	16,96	4,99	1,57	1,78	1,14	5,00	59,45	23,52	6,93	2,18
Kirschen	49,88	2,07	0,30	—	31,22	14,29	0,61	1,63	4,13	0,60	—	62,28	26,56	3,18	3,25

Tabelle X.

Zusammensetzung der Genussmittel.

Nach König.

A. Gewürze in engerem Sinne.

	In der natürlichen Substanz: Wasser %	Stickstoff-Substanz %	Flüchtiges Oel %	Fixes Oel %	Stärke %	Sonstige N-freie Extraktstoffe %	Holzfaser %	Asche %	In der Trocken-Substanz: Stickstoff-Substanz %	Flüchtiges Oel %	Fixes Oel %	Stärke %	Sonstige N-freie Extraktstoffe %	Holzfaser %	Asche %
Pfeffer, schwarz.	13,05	11,98	1,36	6,85	32,60	7,39	12,45	4,02	13,68	1,56	7,64	37,49	20,69	14,32	4,62
desgl., weisser	13,75	11,12	0,94	7,11	40,31	3,35	6,08	1,61	12,89	1,09	8,24	46,72	19,52	9,67	1,87
Cayenne-Pfeffer	13,21	13,40	0,87	18,26	13,76		17,17	5,33	15,44	1,00	21,04	36,60		19,78	6,14
Ceylon-Zimmet	8,94	3,66	1,65	2,00	48,62		31,39	3,74	4,02	1,81	2,20	53,79		34,47	4,11
Chines. Zimmet	10,40	3,04	2,21	2,27	60,70		18,59	2,79	3,39	2,47	2,53	67,75		20,75	3,11
					Tannin							Tannin			
Gewürznelken, gute Qualität	8,04	5,92	15,80	9,10	16,01	29,19	8,45	7,42	6,44	17,19	9,90	17,42	13,79	9,19	8,07
desgl., geringere Qualität	8,56	5,34	8,92	5,90	23,72	28,13	11,61	7,67	5,84	9,76	6,45	25,96	30,50	12,70	8,39
Nelkenpfeffer (Piment)	8,18	4,75	3,00	6,34	9,38	46,84	17,44	4,07	5,17	3,27	6,90	10,21	51,13	18,99	4,43
					Zucker							Zucker			
Muskatnuss	7,38	5,49	3,05	34,27	1,58	35,61	9,92	2,70	5,97	3,29	37,00	1,71	39,40	10,71	2,92
Muskatblüte (Macis)	9,65	5,30	6,66	24,63	2,15	42,66	6,31	2,64	5,86	7,37	27,27	2,38	46,21	9,99	2,92
Vanille	28,39	3,71	0,62	5,71	8,09	31,70	17,43	4,63	4,37	0,87	7,97	10,49	47,51	24,33	4,46
Safran	16,07	11,74	0,60	3,22	15,33	44,57	4,37	4,37	13,99	0,72	3,84	18,28	52,96	5,20	5,21
Anis	11,42	16,31	1,92	8,36	3,89	23,96	25,23	8,91	18,41	2,17	9,44	4,39	31,05	28,48	10,06
Kümmel	13,23	19,43	1,74	17,30	2,14	18,20	22,41	5,55	22,38	2,00	13,92	2,47	27,03	25,87	6,39

B. Alkaloidhaltige Genussmittel.

	In der natürlichen Substanz								In der Trocken-Substanz						
	Wasser %	Stickstoff-Substanz % = N. 6,25	Alkaloid %	Fett %	Zucker %	Sonstige freie Extraktstoffe %	Holzfaser %	Asche %	N-Substanz %	Alkaloid %	Fett %	Zuckor %	Sonstige freie Extraktstoffe %	Holzfaser %	Asche %
Kaffee, roh . . .	11,23	12,07	1,21	12,27	8,55	33,79	18,17	3,92	13,60	1,36	13,83	0,65	64,09	2,05	4,42
» gebrannt. .	1,15	13,98	1,24	14,48	0,66	45,09	19,89	4,75	14,15	1,25	14,65	0,67	43,34	21,13	4,81
Thee	9,51	24,50	3,58	7,07	Gerbsäure 15,65	26,04	11,58	5,65	27,07	3,96	7,81	Gerbsäure 17,29	24,83	12,80	6,24
Kakaobohnen, roh u. ungeschält . . .	7,93	14,19	1,49	45,57	Stärke 22,92		4,78	4,61	15,41	1,62	49,48	Stärke 23,29		5,19	5,01
desgl., geschält und gebrannt . . .	5,58	14,13	1,55	50,09	8,77	13,91	3,93	3,59	14,96	1,64	53,05	9,29	13,10	4,16	3,80
desgl., verknetet (Masse)	4,16	13,97	1,56	53,03	21,81		3,40	3,63	14,57	1,63	54,27	22,19		3,55	3,79
Puder-Kakao (deutscher)	6,35	21,50	1,82	27,34	15,17	19,01	5,44	5,19	22,96	1,94	29,60	16,20	17,41	5,81	6,08
desgl., (holländisch.)	4,54	19,66	1,74	13,61	12,61	17,25	5,85	8,48	20,60	1,82	33,13	13,22	16,21	6,13	8,89
Chokolade	1,89	6,18	0,67	21,02	Zucker 54,40	13,27	1,35	1,89	6,30	0,68	21,52	Zucker 55,43	12,76	1,38	1,93

C. Alkoholische Genussmittel.

Bier	In der ursprünglichen Substanz										
	Spec. Gewicht %	Wasser %	Kohlensäure %	Alkohol Gew. %	Extrakt %	Nh-Substanz %	Zucker %	Dextrin %	Säure = Milchsäure %	Mineralstoffe %	Phosphorsäure %
Schenk- oder Hefebier	1,0144	91,11	0,197	3,36	5,34	0,74	0,95	3,11	0,156	0,204	0,055
Lager- oder Sommerbier	1,0162	90,08	0,196	3,93	5,79	0,71	0,88	3,73	0,151	0,228	0,077
Exportbier . . .	1,0176	89,01	0,209	4,40	6,38	0,74	1,20	2,47	0,161	0,247	0,074
Bockbier	1,0213	87,87	0,234	4,69	7,21	0,73	1,81	3,97	0,165	0,263	0,089
Weissbier	1,0137	91,63	0,297	2,73	5,34	0,58	1,62	2,42	0,392	0,149	0,034
Obergähriges (alt etc.) Bier	1,0102	92,92	0,162	2,79	4,13	0,41	0,85	1,75	0,433	0,174	0,049
Ale	1,0141	89,42	0,201	4,73	5,65	0,61	1,07	1,81	0,278	0,310	0,086
Porter	1,0191	88,49	0,215	4,70	6,59	0,65	2,62	3,08	0,281	0,363	0,093

Wein	In der ursprünglichen Substanz										
	Spec. Gewicht %	Alkohol Gew. %	Extrakt %	Säure = Weinsäure %	Zucker %	Stickstoff %	Gerb- und Farbstoff %	Mineral-stoffe %	Phosphor-säure %	Schwefel-säure %	Kali %
Most	1,0780	—	1,878	0,92	16,05	0,051	—	0,266	0,039	0,011	0,148
					Glycerin						
Moselwein	0,9964	7,99	2,24	0,79	0,72	0,031	—	0,175	0,036	0,026	0,068
Rheinhessischer Weisswein	—	9,91	2,52	0,56	1,02	—	—	0,250	0,046	0,048	—
desgl., Rothwein	0,9961	7,70	3,01	0,58	—	—	0,148	0,218	—	—	—
Pfälzer Weisswein	—	8,11	2,43	0,67	1,12	—	—	0,210	0,034	0,034	0,099
desgl., Rothwein	—	9,39	2,94	0,49	1,29	—	—	0,240	0,038	0,029	0,095
Frankenweine	0,9962	7,75	2,31	0,74	0,90	—	—	0,217	0,034	0,040	0,117
Süssweine:											
							Zucker				
Tokayer, herb gezehrt	0,9943	12,05	3,26	0,68	1,04	0,041	0,63	0,24	0,035	0,030	0,108
desgl., Ausbruch	1,0870	9,44	23,63	0,57	0,62	0,060	19,44	0,32	0,054	0,034	0,116
Portwein	1,0081	16,69	8,05	0,40	0,43	0,027	5,82	0,23	0,031	0,023	0,102
Madeira	1,0003	15,40	5,52	0,43	0,74	0,020	3,23	0,35	0,060	0,075	0,149
Malaga	1,0694	11,93	21,73	0,55	0,46	0,041	17,11	0,41	0,049	0,043	0,187

Branntwein und Liqueure	Wasser %	Alkohol %	Extrakt %	Säure = Essigsäure %	Zucker %	Mineral-stoffe %
	in 100 cbcm sind Gramm					
Gewöhnlicher Branntwein	64,90	35,1	—	—	—	—
Kirschbranntwein	56,0	43,9	0,055	—	—	0,018
Cognac	55,6	43,9	0,385	0,067	—	0,024
Rum	36,5	61,4	1,975	—	—	0,060
Arak	47,4	52,5	0,082	—	—	0,024
Kümmel-Liqueur	39,98	28,0	32,02	—	31,18	0,058
Pfeffermünz-Liqueur	23,15	28,6	48,25	—	47,35	0,068
Chartreuse	27,69	36,2	36,11	—	34,35	—

Essig	Alkohol %	Extrakt %	Flüchtige Säure = Essigsäure %	Nicht flüchtige Säure = Weinsäure %	Weinstein %	Glycerin %	Mineral-stoffe %
	Gewichts-Prozente						
Essig, gewöhnlicher	Spur	0,43	4,02	—	—	—	0,113
Essigsprit	0,63	0,30	11,55	Spur	—	0,010	0,031
Weinessig	1,05	1,066	5,77	0,149	0,124	0,211	0,184

Tabelle XI.

Korrektionstabelle für ganze (nicht abgerahmte) Milch.

Grade des Milchprobers (Laktodensimeter).	Wärmegrade der Milch.																														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
14	12,9	12,9	12,9	13	13	13,1	13,1	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	14	14,1	14,2	14,4	14,6	14,8	15	15,2	15,4	15,6	15,8	16	16,2	16,4	16,6	16,8
15	13,9	13,9	13,9	14	14	14,1	14,1	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	15	15,1	15,2	15,4	15,6	15,8	16	16,2	16,4	16,7	16,8	17	17,2	17,4	17,6	17,8
16	14,9	14,9	14,9	15	15	15,1	15,1	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	16	16,1	16,3	16,5	16,7	16,9	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9
17	15,9	15,9	15,9	16	16	16,1	16,1	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7	20
18	16,9	16,9	16,9	17	17	17,1	17,1	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	18	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7	21
19	17,8	17,8	17,8	17,9	17,9	18	18,1	18,1	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	19	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	22
20	18,7	18,7	18,7	18,8	18,8	18,9	19	19	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,6	19,8	20	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9	22,1	22,3	22,5	22,7	23
21	19,6	19,6	19,7	19,7	19,7	19,8	19,9	20	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,8	21	21,2	21,4	21,6	21,8	22	22,2	22,4	22,6	22,8	23	23,2	23,4	23,6	23,8	24,1
22	20,6	20,6	20,7	20,7	20,7	20,8	20,9	21	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,8	22	22,2	22,4	22,6	22,8	23	23,2	23,4	23,6	23,8	24,1	24,3	24,5	24,7	24,9	25,2
23	21,5	21,5	21,6	21,7	21,7	21,8	21,9	22	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,8	23	23,2	23,4	23,6	23,8	24	24,2	24,4	24,6	24,8	25,1	25,3	25,5	25,7	26	26,3
24	22,4	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,8	24	24,2	24,4	24,6	24,8	25	25,2	25,4	25,6	25,8	26,1	26,3	26,5	26,7	27	27,3
25	23,3	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9	24	24,1	24,2	24,3	24,5	24,6	24,8	25	25,2	25,4	25,6	25,8	26	26,2	26,4	26,6	26,8	27,1	27,3	27,5	27,7	28	28,3
26	24,3	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9	25	25,1	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	26	26,2	26,4	26,6	26,9	27,1	27,3	27,5	27,7	27,9	28,2	28,4	28,6	28,9	29,2	29,5
27	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9	26	26,1	26,2	26,3	26,5	26,6	26,8	27	27,2	27,4	27,6	27,9	28,2	28,4	28,6	28,8	29	29,3	29,5	29,7	30	30,3	30,6
28	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9	27	27,1	27,2	27,4	27,6	27,8	28	28,2	28,4	28,6	28,9	29,2	29,4	29,6	29,9	30,1	30,4	30,6	30,8	31,1	31,4	31,7
29	27	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9	28,1	28,2	28,4	28,6	28,8	29	29,2	29,4	29,6	29,9	30,2	30,4	30,6	30,9	31,2	31,5	31,7	31,9	32,2	32,5	32,8
30	27,9	28	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8	29	29,2	29,4	29,6	29,8	30	30,2	30,4	30,6	30,9	31,2	31,4	31,6	31,9	32,2	32,5	32,7	33	33,3	33,6	33,9
31	28,8	28,9	29	29,1	29,2	29,3	29,5	29,6	29,7	29,8	30	30,2	30,4	30,6	30,8	31	31,2	31,4	31,7	32	32,3	32,5	32,7	33	33,3	33,6	33,8	34,1	34,4	34,7	35,1
32	29,7	29,8	29,9	30	30,1	30,3	30,4	30,5	30,6	30,8	31	31,2	31,4	31,6	31,8	32	32,2	32,4	32,7	33	33,3	33,6	33,8	34,1	34,4	34,7	34,9	35,2	35,5	35,8	36,2
33	30,6	30,7	30,8	30,9	31	31,2	31,3	31,4	31,6	31,8	32	32,2	32,4	32,6	32,8	33	33,2	33,4	33,7	34	34,3	34,6	34,9	35,2	35,5	35,8	36	36,3	36,6	36,9	37,3
34	31,5	31,6	31,7	31,8	31,9	32,1	32,2	32,3	32,5	32,7	32,9	33,1	33,3	33,5	33,8	34	34,2	34,4	34,7	35	35,3	35,6	35,9	36,2	36,5	36,8	37,1	37,4	37,7	38	38,4
35	32,4	32,5	32,6	32,7	32,8	33	33,1	33,2	33,4	33,6	33,8	34	34,2	34,4	34,7	35	35,2	35,4	35,7	36	36,3	36,6	36,9	37,2	37,5	37,8	38,1	38,4	38,7	39,1	39,5

Tabelle XI a.

Korrektionstabelle für abgerahmte (blaue) Milch.

Wärmegrade der Milch.

Grade des Milchprobers (Laktodensimeter)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
18	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,3	17,3	17,3	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18	18,1	18,2	18,4	18,6	18,8	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7
19	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,3	18,3	18,3	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9	19	19,1	19,2	19,4	19,6	19,8	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7
20	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,3	19,3	19,3	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9	20	20,1	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9	22,1	22,3	22,5	22,7
21	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,3	20,3	20,3	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	21,1	21,3	21,4	21,6	21,8	21,9	22,1	22,3	22,5	22,7	22,9	23,1	23,4	23,5	23,7
22	21,1	21,2	21,1	21,1	21,2	21,3	21,3	21,3	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9	22	22,1	22,2	22,4	22,6	22,8	22,9	23,1	23,3	23,5	23,7	23,9	24,1	24,3	24,5	24,7
23	22	22	22	22	22,1	22,2	22,3	22,3	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23	23,1	23,2	23,4	23,6	23,8	23,9	24,1	24,3	24,5	24,7	24,9	25,1	25,3	25,5	25,7
24	22,9	22,9	22,9	22,9	23	23,1	23,2	23,2	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,9	24	24,1	24,2	24,4	24,6	24,8	24,9	25,1	25,3	25,5	25,7	25,9	26,1	26,3	26,5	26,7
25	23,8	23,8	23,8	23,8	23,9	24	24,1	24,1	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,8	25	25,1	25,2	25,4	25,6	25,8	25,9	26,1	26,3	26,5	26,7	26,9	27,1	27,3	27,5	27,7
26	24,8	24,8	24,8	24,8	24,9	25	25,1	25,1	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,8	26	26,1	26,3	26,5	26,7	26,9	27	27,2	27,4	27,6	27,8	28	28,2	28,4	28,6	28,8
27	25,8	25,8	25,8	25,8	25,9	26	26,1	26,1	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,6	27	27,1	27,3	27,5	27,7	27,9	28,1	28,3	28,5	28,7	28,9	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9
28	26,8	26,8	26,8	26,8	26,9	27	27,1	27,1	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,8	28	28,1	28,3	28,5	28,7	28,9	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9	30,1	30,3	30,5	30,7	31
29	27,8	27,8	27,8	27,8	27,9	28	28,1	28,1	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,8	29	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9	30,1	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5	31,7	32
30	28,7	28,7	28,7	28,7	28,8	28,9	29	29	29,1	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,8	30	30,1	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,7	33
31	29,7	29,7	29,7	29,7	29,8	29,9	30	30	30,1	30,2	30,3	30,4	30,5	30,6	30,8	31	31,2	31,4	31,6	31,8	32	32,2	32,4	32,6	32,8	33	33,2	33,4	33,6	33,9	34,1
32	30,7	30,7	30,7	30,7	30,8	30,9	31	31	31,1	31,2	31,3	31,4	31,5	31,6	31,8	32	32,2	32,4	32,6	32,8	33	33,2	33,4	33,6	33,9	34,1	34,3	34,5	34,7	35	35,2
33	31,7	31,7	31,7	31,7	31,8	31,9	32	32	32,1	32,2	32,3	32,4	32,5	32,6	32,8	33	33,2	33,4	33,6	33,8	34	34,2	34,4	34,6	34,9	35,2	35,4	35,6	35,8	36,1	36,3
34	32,6	32,6	32,6	32,7	32,8	32,9	32,9	33	33,1	33,2	33,3	33,4	33,5	33,6	33,8	34	34,2	34,4	34,6	34,8	35	35,2	35,4	35,6	35,9	36,2	36,4	36,7	36,9	37,2	37,4
35	33,5	33,5	33,5	33,6	33,7	33,9	33,8	33,9	34	34,1	34,2	34,3	34,4	34,6	34,8	35	35,2	35,4	35,6	35,8	36	36,2	36,4	36,6	36,9	37,2	37,4	37,7	38	38,3	38,5
36	34,4	34,4	34,5	34,6	34,7	34,8	34,9	34,9	35	35,1	35,2	35,3	35,4	35,6	35,8	36	36,2	36,4	36,6	36,9	37,1	37,3	37,5	37,7	38	38,3	38,5	38,8	39,1	39,4	39,7
37	35,3	35,4	35,5	35,6	35,7	35,8	35,8	35,9	36	36,1	36,2	36,3	36,4	36,6	36,8	37	37,2	37,4	37,6	37,9	38,2	38,4	38,6	38,8	39,1	39,4	39,6	39,9	40,2	40,5	40,8
38	36,2	36,3	36,4	36,5	36,6	36,7	36,8	36,9	37	37,1	37,2	37,3	37,4	37,6	37,8	38	38,2	38,4	38,6	38,9	39,2	39,4	39,7	39,9	40,2	40,5	40,7	41	41,3	41,6	41,9
39	37,1	37,2	37,3	37,4	37,5	37,6	37,7	37,8	37,9	38	38,2	38,3	38,4	38,6	38,8	39	39,2	39,4	39,6	39,9	40,2	40,4	40,7	41	41,3	41,6	41,8	42,1	42,4	42,7	43
40	38	38,1	38,2	38,3	38,4	38,5	38,6	38,7	38,8	38,9	39,1	39,2	39,4	39,6	39,6	40	40,2	40,4	40,6	40,9	41,2	41,4	41,7	42	42,3	42,6	42,9	43,2	43,5	43,8	44,1

Tabelle XII,

angebend den Fettgehalt der Milch in Gewichtsprozenten nach dem spec. Gewicht der Aetherfettlösung bei 17,5 C.[1]).

Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.
43	2,07	*47*	2,52	*51*	3,00	*55*	3,49	*59*	4,03	*63*	4,63
43,1	2,08	47,1	2,54	51,1	3,01	55,1	3,51	59,1	4,04	63,1	4,64
43,2	2,09	47,2	2,55	51,2	3,03	55,2	3,52	59,2	4,06	63,2	4,66
43,3	2,10	47,3	2,56	51,3	3,04	55,3	3,53	59,3	4,07	63,3	4,67
43,4	2,11	47,4	2,57	51,4	3,05	55,4	3,55	59,4	4,09	63,4	4,69
43,5	2,12	47,5	2,58	51,5	3,06	55,5	3,56	59,5	4,11	63,5	4,70
43,6	2,13	47,6	2,60	51,6	3,08	55,6	3,57	59,6	4,12	63,6	4,71
43,7	2,14	47,7	2,61	51,7	3,09	55,7	3,59	59,7	4,14	63,7	4,73
43,8	2,16	47,8	2,62	51,8	3,10	55,8	3,60	59,8	4,15	63,8	4,75
43,9	2,17	47,9	2,63	51,9	3,11	55,9	3,61	59,9	4,16	63,9	4,77
44	2,18	*48*	2,64	*52*	3,12	*56*	3,63	*60*	4,18	*64*	4,79
44,1	2,19	48,1	2,66	52,1	3,14	56,1	3,64	60,1	4,19	64,1	4,80
44,2	2,20	48,2	2,67	52,2	3,15	56,2	3,65	60,2	4,20	64,2	4,82
44,3	2,22	48,3	2,68	52,3	3,16	56,3	3,67	60,3	4,21	64,3	4,84
44,4	2,23	48,4	2,70	52,4	3,17	56,4	3,68	60,4	4,23	64,4	4,85
44,5	2,24	48,5	2,71	52,5	3,18	56,5	3,69	60,5	4,24	64,5	4,87
44,6	2,25	48,6	2,72	52,6	3,20	56,6	3,71	60,6	4,26	64,6	4,88
44,7	2,26	48,7	2,73	52,7	3,21	56,7	3,72	60,7	4,27	64,7	4,90
44,8	2,27	48,8	2,74	52,8	3,22	56,8	3,73	60,8	4,29	64,8	4,92
44,9	2,28	48,9	2,75	52,9	3,23	56,9	3,74	60,9	4,30	64,9	4,93
45	2,30	*49*	2,76	*53*	3,25	*57*	3,75	*61*	4,32	*65*	4,95
45,1	2,31	49,1	2,77	53,1	3,26	57,1	3,76	61,1	4,33	65,1	4,97
45,2	2,32	49,2	2,78	53,2	3,27	57,2	3,78	61,2	4,35	65,2	4,98
45,3	2,33	49,3	2,79	53,3	3,28	57,3	3,80	61,3	4,36	65,3	5,00
45,4	2,34	49,4	2,80	53,4	3,29	57,4	3,81	61,4	4,37	65,4	5,02
45,5	2,35	49,5	2,81	53,5	3,30	57,5	3,82	61,5	4,39	65,5	5,04
45,6	2,36	49,6	2,83	53,6	3,31	57,6	3,84	61,6	4,40	65,6	5,05
45,7	2,37	49,7	2,84	53,7	3,33	57,7	3,85	61,7	4,42	65,7	5,07
45,8	2,38	49,8	2,86	53,8	3,34	57,8	3,87	61,8	4,44	65,8	5,09
45,9	2,39	49,9	2,87	53,9	3,35	57,9	3,88	61,9	4,46	65,9	5,11
46	2,40	*50*	2,88	*54*	3,37	*58*	3,90	*62*	4,47	*66*	5,12
46,1	2,42	50,1	2,90	54,1	3,38	58,1	3,91	62,1	4,48		
46,2	2,43	50,2	2,91	54,2	3,39	58,2	3,92	62,2	4,50		
46,3	2,44	50,3	2,92	54,3	3,40	58,3	3,93	62,3	4,52		
46,4	2,45	50,4	2,93	54,4	3,41	58,4	3,95	62,4	4,53		
46,5	2,46	50,5	2,94	54,5	3,43	58,5	3,96	62,5	4,55		
46,6	2,47	50,6	2,96	54,6	3,45	58,6	3,98	62,6	4,56		
46,7	2,49	50,7	2,97	54,7	3,46	58,7	3,99	62,7	4,58		
46,8	2,50	50,8	2,98	54,8	3,47	58,8	4,01	62,8	4,59		
46,9	2,51	50,9	2,99	54,9	3,48	58,9	4,02	62,9	4,61		

[1]) Anstatt der vollständigen Zahlen für das spec. Gewicht sind entsprechend den Angaben der Spindel-Skala nur die 2., 3. und 4. Decimalstelle hier angeführt, und entspricht z. B. die Zahl 43,0 dem spec. Gewicht 0,7430.

Tabelle XII a,

angebend den Fettgehalt der Magermilch in Gewichtsprozenten nach dem spec. Gewicht der Aetherfettlösung bei 17,0° C. nach Soxhlet.

Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.	Spec. Gew.	Fett p. z.
21,1	0,00	25,5	0,41	29,9	0,82	34,3	1,22	38,7	1,64
21,2	0,01	25,6	0,42	30	0,83	34,4	1,23	38,8	1,65
21,3	0,02	25,7	0,43	30,1	0,84	34,5	1,24	38,9	1,66
21,4	0,03	25,8	0,44	30,2	0,85	34,6	1,24	39	1,67
21,5	0,04	25,9	0,45	30,3	0,86	34,7	1,25	39,1	1,68
21,6	0,05	26	0,46	30,4	0,87	34,8	1,26	39,2	1,69
21,7	0,06	26,1	0,47	30,5	0,88	34,9	1,27	39,3	1,70
21,8	0,07	26,2	0,48	30,6	0,88	35	1,28	39,4	1,71
21,9	0,08	26,3	0,49	30,7	0,89	35,1	1,29	39,5	1,72
22	0,09	26,4	0,50	30,8	0,90	35,2	1,30	39,6	1,73
22,1	0,10	26,5	0,50	30,9	0,91	35,3	1,31	39,7	1,74
22,2	0,11	26,6	0,51	31	0,92	35,4	1,32	39,8	1,75
22,3	0,12	26,7	0,52	31,1	0,93	35,5	1,33	39,9	1,76
22,4	0,13	26,8	0,53	31,2	0,94	35,6	1,33	40	1,77
22,5	0,14	26,9	0,54	31,3	0,95	35,7	1,34	40,1	1,78
22,6	0,15	27	0,55	31,4	0,95	35,3	1,35	40,2	1,79
22,7	0,16	27,1	0,56	31,5	0,96	35,9	1,36	40,3	1,80
22,8	0,17	27,2	0,57	31,6	0,97	36	1,37	40,4	1,81
22,9	0,18	27,3	0,58	31,7	0,98	36,1	1,38	40,5	1,82
23	0,19	27,4	0,59	31,8	0,99	36,2	1,39	40,6	1,83
23,1	0,20	27,5	0,60	31,9	1,00	36,3	1,40	40,7	1,84
23,2	0,21	27,6	0,60	32	1,01	36,4	1,41	40,8	1,85
23,3	0,22	27,7	0,61	32,1	1,02	36,5	1,42	40,9	1,86
23,4	0,23	27,8	0,62	32,2	1,03	36,6	1,43	41	1,87
23,5	0,24	27,9	0,63	32,3	1,04	36,7	1,44	41,1	1,88
23,6	0,25	28	0,64	32,4	1,05	36,8	1,45	41,2	1,89
23,7	0,25	28,1	0,65	32,5	1,05	36,9	1,46	41,3	1,90
23,8	0,26	28,2	0,66	32,6	1,06	37	1,47	41,4	1,91
23,9	0,27	28,3	0,67	32,7	1,07	37,1	1,48	41,5	1,92
24	0,28	28,4	0,68	32,8	1,08	37,2	1,49	41,6	1,93
24,1	0,29	28,5	0,69	32,9	1,09	37,3	1,50	41,7	1,94
24,2	0,30	28,6	0,70	33	1,10	37,4	1,51	41,8	1,95
24,3	0,30	28,7	0,71	33,1	1,11	37,5	1,52	41,9	1,96
24,4	0,31	28,8	0,72	33,2	1,12	37,6	1,53	42	1,97
24,5	0,32	28,9	0,73	33,3	1,13	37,7	1,54	42,1	1,98
24,6	0,33	29	0,74	33,4	1,14	37,8	1,55	42,2	1,99
24,7	0,34	29,1	0,75	33,5	1,15	37,9	1,56	42,3	2,00
24,8	0,35	29,2	0,76	33,6	1,15	38	1,57	42,4	2,01
24,9	0,36	29,3	0,77	33,7	1,16	38,1	1,58	42,5	2,02
25	0,37	29,4	0,78	33,8	1,17	38,2	1,59	42,6	2,03
25,1	0,38	29,5	0,79	33,9	1,18	38,3	1,60	42,7	2,04
25,2	0,39	29,6	0,80	34	1,19	38,4	1,61	42,8	2,05
25,3	0,40	29,7	0,80	34,1	1,20	38,5	1,62	42,9	2,06
25,4	0,40	29,8	0,81	34,2	1,21	38,6	1,63	43	2,07

Tabelle XIII.[1]

Extrakttabelle für Bier,

nach Schultze-Ostermann. 100 g Bier enthalten g Extrakt.

Spec. Gew. des entgeisteten Bieres	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,011	2,87	2,90	2,92	2,95	2,97	3,00	3,03	3,06	3,08	3,11
2	3,13	3,16	3,18	3,21	3,24	3,26	3,29	3,31	3,34	3,37
3	3,39	3,42	3,44	3,47	3,49	3,52	3,55	3,57	3,60	3,62
4	3,65	3,67	3,70	3,73	3,75	3,78	3,80	3,83	3,86	3,88
5	3,91	3,93	3,96	3,98	4,01	4,04	4,06	4,09	4,11	4,14
6	4,16	4,19	4,21	4,24	4,27	4,29	4,32	4,34	4,37	4,39
7	4,42	4,44	4,47	4,50	4,52	4,55	4,57	4,60	4,62	4,65
8	4,67	4,70	4,73	4,75	4,78	4,80	4,83	4,85	4,88	4,90
9	4,93	4,96	4,98	5,01	5,03	5,06	5,08	5,11	5,13	5,16
1,020	5,19	5,21	5,24	5,26	5,29	5,31	5,34	5,36	5,39	5,41
1	5,44	5,47	5,49	5,52	5,54	5,57	5,59	5,62	5,64	5,67
2	5,69	5,72	5,74	5,77	5,80	5,82	5,85	5,87	5,90	5,92
3	5,95	5,97	6,00	6,02	6,05	6,08	6,10	6,13	6,15	6,18
4	6,20	6,23	6,25	6,28	6,30	6,33	6,35	6,38	6,40	6,43
5	6,45	6,48	6,50	6,53	6,55	6,58	6,61	6,63	6,66	6,68
6	6,71	6,73	6,76	6,78	6,81	6,83	6,86	6,88	6,91	6,93
7	6,96	6,98	7,01	7,03	7,06	7,08	7,11	7,13	7,16	7,18
8	7,21	7,24	7,26	7,29	7,31	7,34	7,36	7,39	7,41	7,44
9	7,46	7,49	7,51	7,54	7,56	7,59	7,61	7,64	7,66	7,69
1,030	7,71	7,74	7,76	7,79	7,81	7,84	7,86	7,89	7,91	7,94
1	7,99	8,01	8,04	8,06	8,09	8,11	8,14	8,16	8,19	8,21

Als Ergänzung dazu, um die Tabelle für Süssweine verwenden zu können, diene

1,03	7,94	8,18	8,42	8,86	8,96	9,25	9,54	9,80	10,06	10,31
1,04	10,57	10,83	10,12	10,37	11,64	11,91	12,19	12,45	12,72	12,99
1,05	13,26	13,53	13,80	14,07	14,34	14,62	14,90	15,18	15,47	15,77
1,06	16,05	16,30	16,55	16,80	17,06	17,31	17,59	17,86	18,15	18,42
1,07	18,70	18,96	19,22	19,47	19,74	19,98	20,24	20,48	20,73	20,98

[1]) In den Tabellen XIII, XIV und XV bedeutet die horizontale Kolumne 0, 1, 2, 3 etc. die 4. Decimale des specifischen Gewichts, in der kleinen Ergänzungstabelle für Süssweine die 3. Stelle.

Tabelle XIV.

Alkoholtabelle für Bier bei 15°,

nach Holzner-Baumhauer. 100 g Bier enthalten g Alkohol.

Spec. Gewicht des Destillates.	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0,997	1,12	1,17	1,22	1,28	1,33	1,38	1,44	1,49	1,54	1,60
6	1,65	1,71	1,77	1,82	1,88	1,94	2,00	2,05	2,11	2,17
5	2,22	2,28	2,34	2,40	2,45	2,51	2,57	2,62	2,68	2,74
4	2,80	2,85	2,91	2,97	3,03	3,08	3,14	3,20	3,26	3,31
3	3,37	3,43	3,49	3,54	3,60	3,66	3,72	3,77	3,83	3,89
2	3,95	4,00	4,07	4,13	4,19	4,25	4,31	4,37	4,44	4,50
1	4,56	4,62	4,69	4,75	4,81	4,87	4,93	5,00	5,06	5,12
0	5,18	5,25	5,31	5,37	5,43	5,49	5,56	5,62	5,69	5,75
0,989	5,82	5,89	5,96	6,02	6,09	6,16	6,23	6,29	6,36	6,43
8	6,50	6,57	6,63	6,70	6,77	6,84	6,90	6,97	7,04	7,11

Tabelle XV.

Alkoholtabelle für Wein bei 15,5°,

nach Hehner. 100 cbcm Wein enthalten g Alkohol.

Spec. Gewicht des Destillates.	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0,994	2,89	2,94	3,09	3,06	3,12	3,18	3,24	3,29	3,35	3,41
3	3,47	3,53	3,59	3,65	3,71	3,76	3,82	3,88	3,94	4,00
2	4,06	4,12	4,19	4,25	4,31	4,37	4,44	4,50	4,56	4,62
1	4,69	4,75	4,81	4,87	4,94	5,00	5,06	5,12	5,19	5,25
0	5,31	5,37	5,44	5,50	5,56	5,62	5,69	5,75	5,81	5,87
0,989	5,94	6,00	6,07	6,14	6,21	6,28	6,36	6,43	6,50	6,57
8	6,64	6,71	6,78	6,86	6,93	7,00	7,07	7,13	7,20	7,27
7	7,33	7,40	7,47	7,53	7,60	7,67	7,73	7,80	7,87	7,93
6	8,00	8,07	8,14	8,21	8,29	8,36	8,43	8,50	8,57	8,64
5	8,71	8,79	8,86	8,93	9,00	9,07	9,14	9,21	9,29	9,36
4	9,43	9,50	9,57	9,64	9,71	9,79	9,86	9,93	10,00	10,08
3	10,15	10,23	10,31	10,38	10,46	10,54	10,62	10,69	10,77	10,85
2	10,92	11,00	11,08	11,15	11,23	11,31	11,38	11,46	11,54	11,62
1	11,69	11,77	11,85	11,92	12,00	12,08	12,15	12,23	12,31	12,38
0	12,46	12,54	12,62	12,69	12,77	12,85	12,92	13,00	13,08	13,15
0,979	13,23	13,31	13,38	13,46	13,54	13,62	13,69	13,77	13,85	13,92
8	14,00	14,09	14,18	14,27	14,36	14,45	14,55	14,64	14,73	14,82
7	14,91	15,00	15,08	15,17	15,25	15,33	15,42	15,50	15,58	15,67
6	15,75	15,83	15,92	16,00	16,08	16,15	16,23	16,31	16,38	16,46
5	16,54	16,62	16,69	16,77	16,85	16,92	17,00	17,08	17,17	17,25
4	17,33	17,42	17,50	17,58	17,67	17,75	17,83	17,92	18,00	18,08
3	18,15	18,23	18,31	18,38	18,46	18,54	18,62	18,69	18,77	18,85
2	18,92	19,00	18,08	19,17	19,25	19,33	19,42	19,50	19,58	19,67
1	19,75	19,83	19,92	20,00	—	—	—	—	—	—

Tabelle XVI.

Vergleichung der Alkohol-Volumprozente mit den entsprechenden Gewichtsprozenten.

Normaltemperatur 15,55° C. (Tralles).

Vol. Proz.	Gew. Proz.	Vol. Proz.	Gew. Proz.	Vol. Proz.	Gew. Proz.	Vol. Proz.	Gew. Proz.	Vol. Proz.	Gew. Proz.
0	0	21	17,11	42	35,18	63	55,21	84	78,29
1	0,80	22	17,95	43	36,08	64	56,22	85	79,50
2	1,60	23	18,78	44	36,99	65	57,20	86	80,71
3	2,40	24	19,62	45	37,90	66	58,27	87	81,94
4	3,20	25	20,41	46	38,82	67	59,32	88	83,19
5	4,00	26	21,30	47	39,74	68	60,38	89	84,46
6	4,81	27	22,14	48	40,66	69	61,42	90	85,75
7	5,62	28	22,99	49	41,59	70	62,50	91	87,00
8	6,43	29	23,84	50	42,52	71	63,58	92	88,37
9	7,24	30	24,69	51	43,47	72	64,66	93	89,71
10	8,04	31	25,55	52	44,42	73	65,74	94	91,07
11	8,87	32	26,41	53	45,36	74	66,83	95	92,46
12	9,69	33	27,27	54	46,32	75	67,93	96	93,89
13	10,51	34	28,13	55	47,29	76	69,05	97	95,34
14	11,33	35	28,99	56	48,26	77	70,18	98	96,84
15	12,15	36	29,86	57	49,23	78	71,31	99	98,39
16	12,98	37	30,74	58	50,21	79	72,45	100	100,00
17	13,80	38	31,62	59	51,20	80	73,59		
18	14,63	39	32,50	60	52,20	81	74,74		
19	15,46	40	33,39	61	53,20	82	75,91		
20	16,28	41	34,28	62	54,21	83	77,09		

Tabelle XVII.

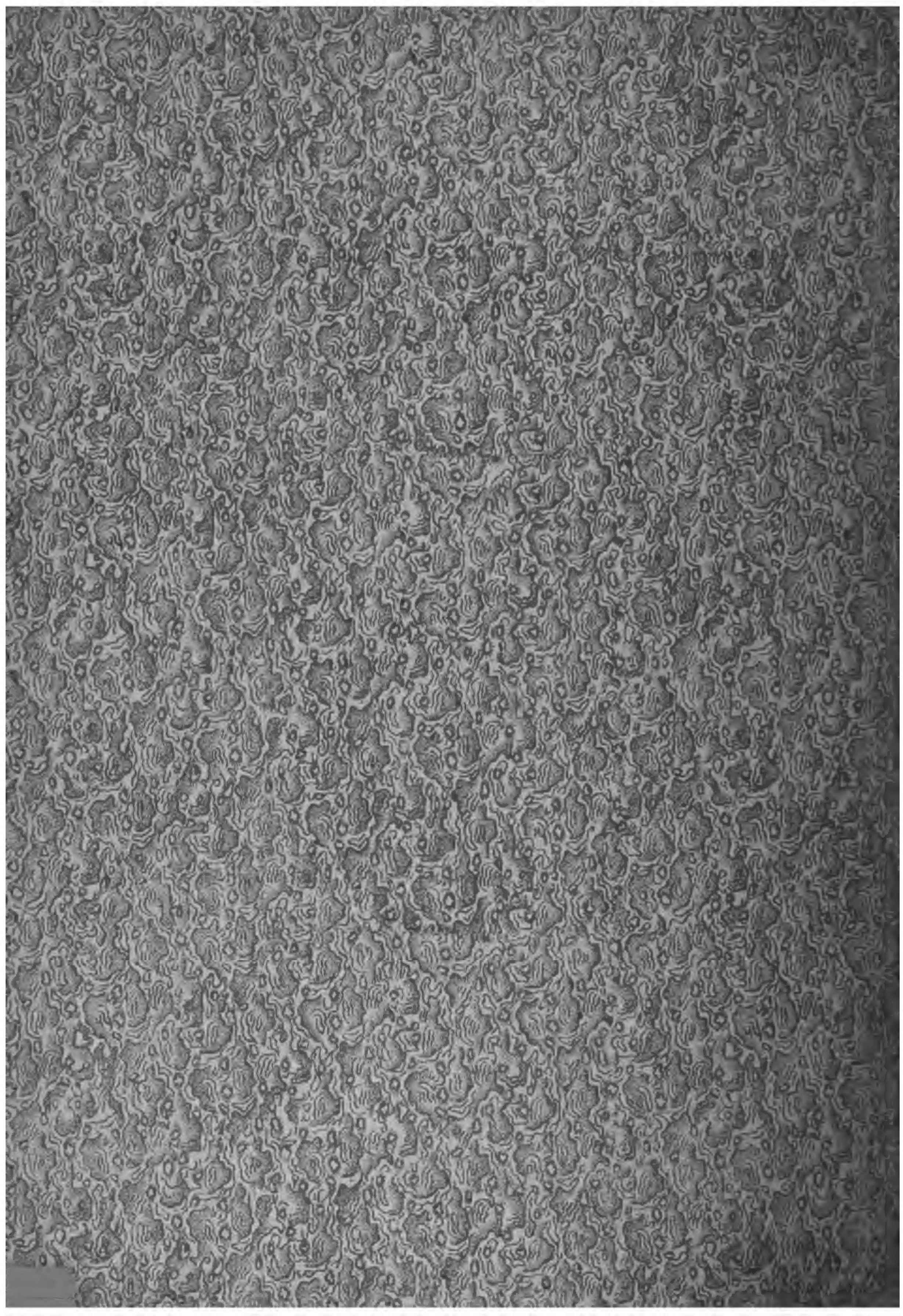
Atomgewichte,

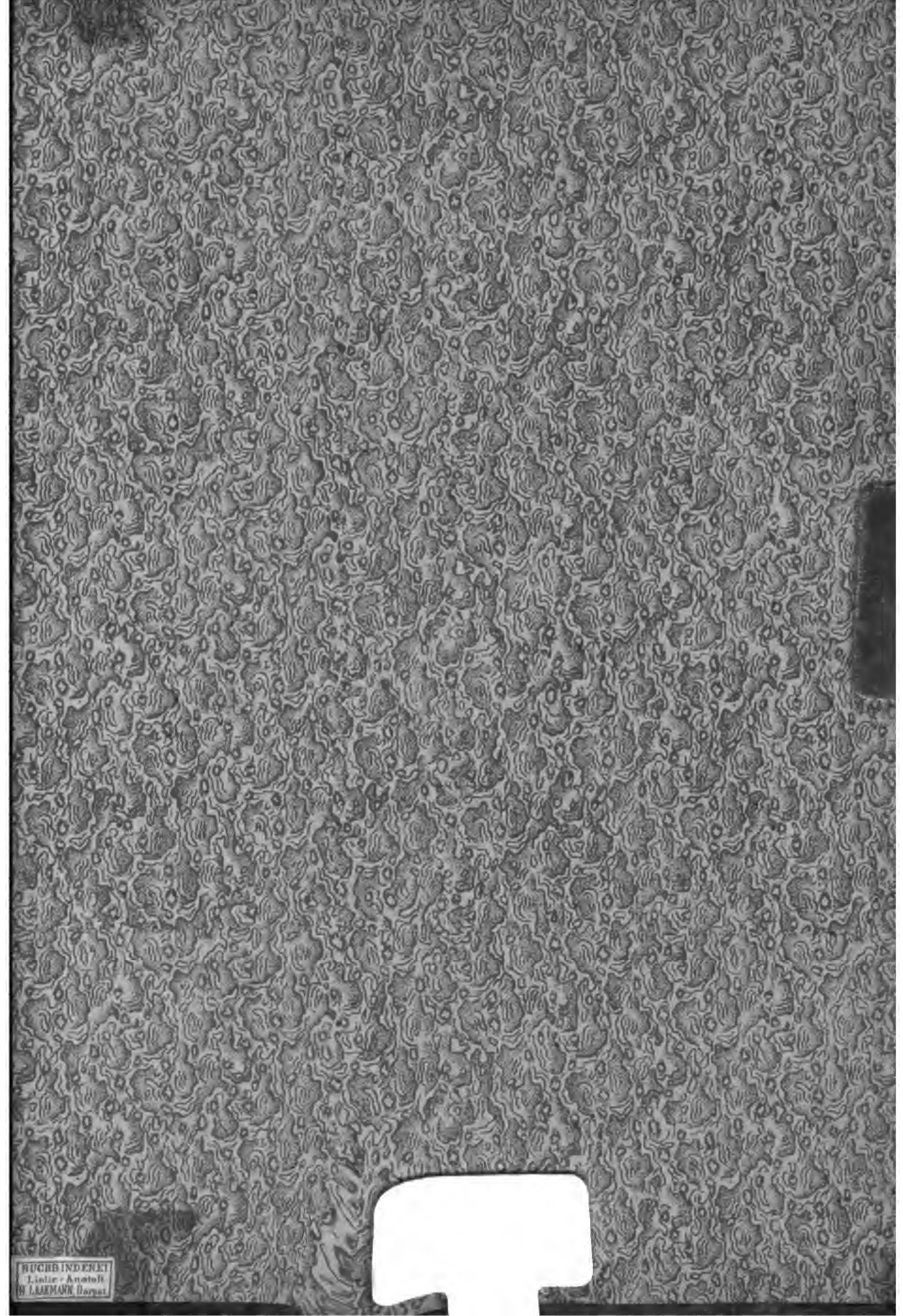
nach L. Meyer und Seubert auf eine Decimale abgekürzt.

Name	Zeichen	Atomgewicht	Name	Zeichen	Atomgewicht
Aluminium	Al	27,0	Molybdän	Mo	95,9
Arsen	As	74,9	Natrium	Na	23,0
Barium	Ba	136,9	Nickel	Ni	58,6
Blei	Pb	206,4	Palladium	Pd	106,2
Bor	B	10,9	Phosphor	P	31,0
Brom	Br	79,8	Platin	Pt	194,3
Calcium	Ca	39,9	Quecksilber	Hg	199,8
Chlor	Cl	35,4	Sauerstoff	O	16,0
Chrom	Cr	52,4	Schwefel	S	32,0
Eisen	Fe	55,9	Silber	Ag	107,7
Jod	J	126,5	Silicium	Si	28,0
Kalium	K	39,0	Stickstoff	N	14,0
Kohlenstoff	C	12,0	Uran	U	239,8
Kupfer	Cu	63,2	Wasserstoff	H	1,0
Magnesium	Mg	23,9	Zink	Z	64,9
Mangan	Mn	54,8	Zinn	Sn	117,4

Alphabetisches Sach-Register.[1])

[1]) Ueber die Gesundheitsschädlichkeit der Theerfarben, auch so weit sie nicht mit Namen im Register aufgeführt sind, vergl. S. 545 ff. Die einzelnen Metallfarben sind, so weit ihr Name nicht die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Metall erkennen lässt, mit ihrem Handelsnamen einzeln aufgeführt; für grüne Metallfarben vergl. die Synomymik des Schweinfurtergrüns S. 535.




BUCHBINDEREI
Liniir-Anstalt
H. LAAKMANN Dorpat

